

Zeitschrift für Instrumentenkunde





ZEITSCHRIFT

FÜR

INSTRUMENTENKUNDE.

Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

von

E. Abbe in Jena, **Fr. Arzberger** in Wien, **C. Bamberg** in Berlin, **C. M. v. Bauernfeind** in München, **W. Foerster** in Berlin, **R. Fuess** in Berlin, **H. Haensch** in Berlin, **E. Hartnack** in Potsdam, **W. Jordan** in Hannover, **H. Kronecker** in Bern, **A. Kundt** in Strassburg i. E., **H. Landolt** in Berlin, **V. v. Lang** in Wien, **L. Loewenherz** in Berlin, **S. v. Merz** in München, **G. Neumayer** in Hamburg, **J. A. Repsold** in Hamburg, **A. Rueprecht** in Wien, **K. Schellbach** in Berlin, **F. Tietjen** in Berlin.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

Siebenter Jahrgang 1887.





Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1887.

Inhalts-Verzeichniss.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Referate.

Vereinsnachrichten.

Patentschau.

Für die Werkstatt.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VII. Jahrgang. **Januar 1887.** Erstes Heft.

Das Fransen-Spectroskop, ein Apparat zur Herstellung von Interferenzerscheinungen im Spectrum und zur Messung der Gangunterschiede von Lichtstrahlen.

Von

Dr. **W. Zenker** in Berlin.

Das Princip, welches dem von mir beschriebenen Strobomikrometer zu Grunde liegt (s. diese Zeitschr. 1885 S. 1 bis 10) — zwei gegen einander rechtwinklig polarisirte Lichtstrahlen durch Einschaltung eines Circularisators zu einem einzigen linear schwingenden Strahle zu vereinigen, dessen Schwingungsrichtung von dem Gangunterschiede der beiden Componenten abhängt, — dies Princip lässt sich auch anwenden zur Hervorbringung von Fransen, welche denjenigen durchaus ähnlich sehen, die aus der Interferenz parallel schwingender Lichtstrahlen entstehen, sich aber von ihnen dadurch unterscheiden, dass sie durch eine Drehung des Analysator-Nicols nicht in ihrer Intensität, sondern in ihrem Ort verändert werden. Der im Folgenden beschriebene Apparat gestattet, beide Arten von Erscheinungen in Verbindung mit dem Spectrum hervorzubringen und kann daher sowohl zu Demonstrationen, wie zu feineren Messungen eine sehr mannigfaltige Verwendung finden.

Die Grundlage desselben ist ein Spectroskop mit Spalt, Collimator, Prismenkörper und Fernrohr, letzteres entweder mit horizontaler oder verticaler Bewegung. Hier sei der Hauptschnitt des Spectroskopes vertical angenommen, wobei also der Spalt und somit auch die Drehaxe des Fernrohres horizontal liegt, im Spectrum aber die Farben in verticaler Richtung einander folgen. Die schematische Skizze auf Seite 3 stellt einen horizontalen Durchschnitt durch die Axe des Apparates dar; der Prismenkörper *D (à vision directe)* ist nicht mit durchschnitten.

Vor dem Hauptspalt bei *S*, durch welchen die Schnittebene der Figur hindurch gehend gedacht ist, ist rechtwinklig zu demselben noch ein zweiter verstellbarer Spalt angeordnet, dessen Schneiden denjenigen des Hauptspaltes möglichst nahe gehen, so dass bei Feinstellung beider Spalte der Eintritt des Lichtes in den Apparat wie durch eine enge rechteckige Oeffnung geschieht. Man sieht dann im Spectroskop ein lineares Spectrum natürlichen Lichtes, welchem man durch weiteres Oeffnen des verticalen Spaltes grössere Breite geben kann.

Dasselbe kann auch durch eine Cylinderlinse *Z*, welche zwischen Spalt und Collimatorlinse verschiebbar und leicht entfernbar eingesetzt ist, erreicht werden. Diese Linse ist im verticalen Durchschnitt biplan, im horizontalen planconcav, so dass also, wo durch Zusammentreten der Strahlen in der Verticalebene das Spectrum entsteht, in horizontaler Ebene die Strahlen noch unvereinigt sind. Im monochromatischen Lichte ist das Bild des Spaltloches daher dort eine horizon-

tale Linie und das Spectrum erhält dadurch eine gewisse Breite, welche wächst, wenn man die Cylinderlinse *Z* in der Richtung zur Collimatorlinse *C* hin verschiebt, dagegen abnimmt bei einem Verschieben der Cylinderlinse nach dem Spalte zu. Würde sie diesem unmittelbar anliegen, so würde das Spectrum wieder linear sein.

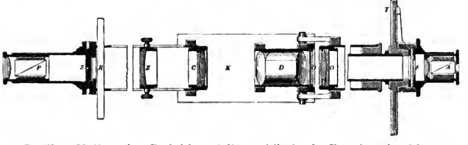
1) Das unter Anwendung der Cylinderlinse verbreiterte Spectrum unterscheidet sich jedoch wesentlich von dem durch den linearen Spalt hervorgebrachten. Es ist seiner Länge nach durchzogen von Beugungsfransen, die durchaus denjenigen entsprechen, welche auf einem weissen Schirm gesehen werden, mittels dessen man das durch einen engen Spalt in einen dunklen Raum eingetretene Licht auffängt. In der Mitte, von wo aus die Wege zu den beiden Rändern des Spaltes gleich sind, erscheint Helligkeit; ebenso da, von wo die beiden Wege um eine gerade Zahl von Wellenlängen differiren. Von wo aus aber die Wege zu den Rändern des Spaltes um eine ungerade Zahl von Wellenlängen unterschieden sind, da entstehen dunkle Auslöschungsstreifen. Die Fransen liegen daher in gerader Proportion um so näher an einander, je kürzer die Lichtwellen sind, also je näher die interferirenden Strahlen dem violetten oder ultravioletten Ende des Spectrums liegen. Sie verändern aber ihre Breite, wenn man die Breite des Spaltes verändert, indem bei Verengerung desselben die Breite der Fransen in umgekehrter Proportion wächst. Nimmt man den Prismenkörper *D* aus dem Apparate fort, so fallen die Fransen aller verschiedenen Farben über einander, so dass nur die helle Mittelfranse deutlich bleibt und weiss mit bunten Rändern erscheint, die seitlichen Fransen aber bald verschwimmen. Durch die spectrale Zerlegung des weissen Lichtes wird dem abgeholfen, indem nun jedes Fransensystem aus monochromatischem Lichte entsteht. Man sieht daher bei gehöriger Helligkeit eine weit grössere Anzahl dieser Fransen. Das durch den Spalt eintretende Licht muss an jeder Stelle desselben identisch (etwa directes Sonnenlicht) sein; man darf also nicht etwa ein Sonnenbildchen auf dem Spalte entwerfen, da in einem solchen Bildchen von Stelle zu Stelle die Lichtwellen aus ganz verschiedenen, weit getrennten Lichtquellen kommen.

2) Die unmittelbare Annäherung der Cylinderlinse an die Spalte wird durch einen Blenden-Schieber *R* verhindert, der — im Sinne der Lichtbewegung gesprochen — sich in nächster Nähe hinter den Spalten befindet. In diesem Schieber befinden sich eine Reihe kreisförmiger Oeffnungen, die sich durch Verstellen desselben nach einander in die Axe des Collimatorrohres bringen lassen und in welche verschiedene Platten eingesetzt sind, um die beabsichtigten Erscheinungen hervorzubringen. Schaltet man z. B. ein dünnes Deckgläschen dort so ein, dass es nur die eine Hälfte der Oeffnung bedeckt und zwar diejenige, welche nach der Seite der brechbareren Strahlen im Spectrum liegt, so sieht man in dem letzteren die bekannten eigentlichen Talbot'schen Streifen, für deren Entstehung Stokes eine genaue Erklärung gegeben und welche Esselbach zur Messung der Wellenlängen im ultravioletten Theile des Spectrums angewandt hat.

Beide soeben erwähnten Erscheinungen, welche sowohl im unpolarisirten wie in einem beliebig polarisirten Lichte auftreten, können auch einander durchkreuzen, ohne darum auf einander einzuwirken.

3) Die folgenden Erscheinungen erfordern die Anwendung polarisirten Lichtes, welches durch Einschieben eines Rohres mit Beleuchtungslinse und Polarisator *P* in das Ansatzrohr vor den Spalten hervorgebracht wird. Die Polarisationsrichtung ist am Besten einem der Spalte parallel. Schiebt man nun

durch den erwähnten Schieber eine Blende ein, in welcher sich ein parallel der Axe geschnittenes Quarzplättchen befindet, dessen Axe den rechten Winkel, den die beiden Spalte bilden, halbirt, so wird das aus letzteren tretende Strahlenbündel in zwei gleich intensive, senkrecht zu einander polarisirte zerlegt. Beide treten aus der Quarzplatte mit einem Gangunterschied, welcher der Dicke der Platte proportional ist. Betrachtet man sie durch einen Analysator *A*, dessen Polarisationsebene zu derjenigen des Polarisators parallel oder senkrecht steht, so kommen von beiden Strahlensystemen nur die der Polarisationsebene des Analysators parallelen Componenten zur Geltung. Diese geben Auslöschungen in denjenigen Lichtarten, deren Gangunterschied in beiden Strahlensystemen eine halbe Wellenlänge oder ein ungerades Vielfaches davon beträgt, während in denjenigen Lichtarten, deren Gangunterschied in ganzen Wellenlängen ausdrückbar ist, die Amplituden sich addiren. Es erscheinen daher Streifen im Spectrum, ähnlich den Talbot'schen, mit welchem Namen sie denn auch meist (z. B. im Lehrbuche von



Pouillet-Müller) ohne Rücksicht auf die specielle Art der Entstehung bezeichnet werden. Vielleicht könnte man sie als polarisirte Talbot'sche Streifen unterscheiden.

Dreht man das Analysator-Nicol um 90°, so sieht man die Interferenzen jener Strahlencomponenten, welche in der ersten Stellung des Analysators ausgelöscht worden waren. Diese Streifen liegen gegen die vorigen um eine halbe Fransenbreite verschoben. Beobachtet man aber während der Drehung des Nicols die allmälig vor sich gehenden Veränderungen des Bildes, so sieht man die Talbot'schen Streifen zwar auf derselben Stelle bleiben, aber schwächer und schwächer werden, bis sie bei 45° Drehung völlig verschwunden sind. Bei noch weiterer Drehung zeigen sich dann die neuen, um eine halben Fransenbreite verschobenen, Talbot'schen Streifen, anfangs unklar, dann immer kräftiger hervortretend. Die theoretische Erklärung dieser Erscheinungen übergehe ich als bekannt.

4) Eine andere Art von Interferenzen erhält man, wenn man eine Blende einschaltet, in welcher hinter einander zwei Kalkspath-Spaltplättchen angebracht sind. Dieselben müssen von gleicher Dicke sein, unter einander einen Winkel von 90°, gegen die Spalte aber Winkel von 45° bilden. Dann treten die durch die Kalkspathplatten gehenden Lichtstrahlen, da sie in der einen ordentliche, in der anderen ausserordentliche Strahlen sind, ohne Gangunterschied hervor; dagegen so, als ob sie in gleicher Intensität von zwei getrennten Lichtpunkten ausgingen. In der That, schaltet man die Cylinderlinse aus, so sieht man bei punktförmigem Spalt zwei Spectra parallel neben einander, um eine Strecke von einander getrennt, welche etwa einem Siebentel der Gesammtdicke

beider Kalkspathplättchen gleich ist. Man kann dies Verhältniss zu einer photometrischen Vergleichung beider Spectra benutzen, bei welcher die Intensitätsbestimmung — wie in dem Glan'schen Spectrophotometer — durch die am Theilkreise T ablesbare Stellung des Analysators gegeben ist. Für manche Untersuchungen dürften die Verhältnisse hier sehr günstig liegen.

Bleibt aber die Cylinderlinse eingeschaltet und giebt man der Polarisationsebene des Analysators wieder die horizontale oder verticale Stellung, so entsteht in der Ebene des Spectrums ein System von Interferenzfransen, herrührend von den horizontalen, beziehungsweise verticalen, Componenten der von den beiden Spaltbildern ausgehenden Strahlen. Diese geben — ganz wie im unpolarisirten Lichte — Auslöschungen, wo die von den beiden Bildern ausgehenden Strahlen einen Gangunterschied von einer halben Wellenlänge oder einem ungeraden Vielfachen davon haben; ihre Amplituden addiren sich dagegen, wo dieser Gangunterschied in ganzen Wellenlängen ausdrückbar ist. Die Fransen gehen daher dem Spectrum parallel, wenn auch nach der brechbareren Seite hin etwas convergirend, entsprechend der dorthin sich verkürzenden Wellenlänge der Strahlen.

Auch in diesem Falle bewirkt die Drehung des Analysators A um 90° eine Verschiebung der Fransen um eine halbe Fransenbreite, auch in diesem Falle verschwinden die Fransen völlig bei der Mittelstellung des Analysators in 45°[1]).

Diese Methode der Fransenerzeugung (durch Kalkspathplatten) hat anderen Methoden gegenüber zwar den Nachtheil, nur im polarisirten Lichte stattfinden zu können, dagegen den Vortheil, dass man in jeder beliebigen Entfernung ein grosses Interferenzfeld findet und ferner, dass man die beiden Lichtquellen durch Anwendung sehr dünner Kalkspathplatten oder geeigneter Combinationen einander ausserordentlich nahe bringen kann, so nahe, dass die Entfernung der Mittellinien beider Spaltbilder nur einen Bruchtheil der Spaltbreite ausmacht. Der Apparat giebt daher schon bei sehr mässiger Länge breite, wohl erkennbare Interferenzfransen.

Die Breite der Fransen wächst noch, wenn man die Cylinderlinse aus einer Stellung nahe dem Spalt in eine solche nahe der Collimatorlinse führt. Dasselbe ist auch bei den unter 4) besprochenen Interferenzerscheinungen der Fall.

5) Die Entstehung der in den beiden vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Interferenzerscheinungen kann man auch noch anders auffassen.

Durch das Zusammentreten der beiden rechtwinklig zu einander schwingenden Wellensysteme in der Ebene des Spectrums müssen nämlich dort überall combinirte Schwingungen entstehen, deren Gestalt im Allgemeinen eine elliptische ist. Nur in zwei Fällen finden Ausnahmen statt: wenn die zu combinirenden Schwingungen in gleicher Phase sind und wenn die eine um $1/4$ Wellenlänge gegen die anderen verzögert ist. Im ersteren Falle, wo beide Componenten gleichzeitig die Ruhelage passiren, wird die resultirende Schwingung eine geradlinige, welche die Diagonale eines aus den beiden Componenten zu bildenden Parallelogramms bildet. Wo also, wie hier, beide Componenten einander gleich sind, halbirt die Schwingungsrichtung der Resultante den rechten Winkel der Schwingungsrichtungen beider Componenten. Beträgt dagegen der Gangunterschied der Componenten $1/4$ Wellenlänge, so resultirt eine kreisförmige Schwingung. Zwischen

[1]) Wenn diese Fransen oder die polarisirten Talbot'schen Streifen dem Auge schon sichtbar werden ohne Analysator-Nicol, so ist dies ein Zeichen, dass die Polarisationsebenen der eingeschalteten Krystallplatten nicht genau 45° gegen die Polarisationsebene des Polarisators geneigt sind.

diesen beiden Fällen bilden die resultirenden elliptischen Schwingungen der übrigen Strahlen die Uebergänge. Die Axen der Ellipsen halbiren stets den Winkel der componirenden Schwingungsrichtungen, liegen also parallel den oben erwähnten, geradlinigen Resultanten. Die Summe der Quadrate der Axen ist stets gleich der Summe der Quadrate der componirenden Amplituden. Daher zeigt sich bei correcter Stellung der Krystalle dem blossen Auge in diesem Spectrum kein Helligkeitsunterschied.

Werden dagegen diese Strahlen durch ein Nicol betrachtet, so werden sie je nach der Stellung desselben zu ihrer Schwingungsellipse eine wechselnde Helligkeit zeigen. Constant bleibt nur die Helligkeit der circular schwingenden Strahlen, und dieselbe Helligkeit zeigen alle Strahlen, wenn das Nicol der Schwingungsrichtung von einer der Componenten parallel steht. Dies ist der Moment der 45°-Stellung, in welcher, wie erwähnt, die ganze Fransenerscheinung verschwindet.

Auf der einen Seite der circular schwingenden Strahlen folgen nun solche, deren Schwingungsellipse aufgerichtet ist, auf der anderen solche, deren Schwingungsellipse waagerecht liegt. Je nachdem nun das analysirende Nicol gedreht wird, müssen bald die einen an Helligkeit zunehmen und die anderen abnehmen, bald umgekehrt. Die Extreme bilden stets die Strahlen mit linearer Schwingung, von denen bei senkrechter Stellung des Analysators der eine die volle Intensitätssumme beider Componenten, der andere die Intensität 0 zeigen muss. Fasst man einen bestimmten Punkt ins Auge, so findet man die Helligkeiten, welche derselbe während der Drehung des Analysators zeigt, immer proportional dem Quadrate des Durchmessers, welchen in der jedesmaligen Richtung die Schwingungsellipse des Strahles hat.

Die soeben gegebene Darstellung der Interferenzerscheinung ist die richtigere, wenn das Analysator-Nicol seinen Platz erst hinter der Ebene des Spectrumbildes hat. Wenn dagegen der Analysator etwa unmittelbar bei den Dispersionsprismen angebracht wäre, so würde die oben zuerst unter 3) und 4) gegebene einfachere Darstellung auch die correctere sein.

6) Das Verhalten der beschriebenen Interferenzstreifen (Längsfransen und Talbot'sche Streifen) verändert sich — wie ich schon Eingangs erwähnt habe — wesentlich, wenn in den Gang der Strahlen ein **Circularisator**, z. B. ein Viertelundulations-Glimmerblättchen, eingeschaltet wird. Dasselbe muss hinter den Blenden und den etwa Untersuchungs halber bei *K* einzuschaltenden Krystallplatten, aber vor dem Analysator stehen, also in dem Raume, der auch die Dispersionsprismen enthält. In der Figur ist dasselbe in einer Fassung in einen dicht hinter dem Prismensatz zwischen diesem und dem Objectiv *O* des Beobachtungsfernrohres angebrachten Falz *G* einschiebbar gedacht.

Treten nun, aus den Blenden kommend, die Strahlen an das Plättchen, dessen Polarisationsebenen parallel und rechtwinklig zu denjenigen des Polarisators stehen müssen, so zerfällt jeder Strahl in zwei gleich intensive, senkrecht zu einander schwingende Componenten. Von diesen erleidet die eine beim Durchgang durch die Glimmerplatte eine um eine Viertelwellenlänge grössere Verzögerung als die andere. Die Folge ist, dass von den aus dem Kalkspath, beziehungsweise Quarz, tretenden beiden Strahlensystemen das eine nunmehr rechts circular, das andere links circular schwingt. **Wo aber beide Circularschwingungen gleichzeitig auftreten, da setzen sie sich wiederum zu einer linearen Schwingung zusammen.** Diese lineare Schwingung ist mit der im Polarisator

angenommenen Schwingungsrichtung parallel, wenn beide Strahlensysteme bei ihrer Vereinigung in gleicher Phase sind; sie wird aber gedreht, wenn die Phase des einen Strahles derjenigen des anderen voraneilt, und zwar wird sie gedreht im Sinne der Circulation des voraneilenden Strahles. Der Gangunterschied von einer Wellenlänge bewirkt eine Drehung der resultirenden Polarisationsebene um 180°, und jeder Theil einer Wellenlänge bewirkt eine verhältnissmässige Drehung. Diese Thatsache liegt auch der Construction meines Strobomikrometers zu Grunde, in welchem jedoch kein Spectrum entworfen wird, und daher die Verhältnisse etwas veränderte sind.

7) Welche Erscheinungen zeigen sich nun im Gesichtsfelde des Instrumentes bei Einschaltung des Circularisators? Polarisator und Analysator seien als parallel stehend angenommen. Ob das Spectrum nur Längsfransen oder Talbot'sche Streifen zeige, jedenfalls waren die Gangunterschiede der beiden interferirenden Strahlen überall, wo ein Maximum der Helligkeit auftrat, in ganzen Wellenlängen ausdrückbar. An denselben Stellen ist daher nach Einschaltung des Glimmerblättchens die resultirende Polarisationsebene parallel derjenigen des Analysators; diese Stellen erscheinen daher wiederum hell. Wo dagegen in den Interferenzbildern ohne Glimmerblättchen Auslöschungsstreifen vorkamen, da weicht der Gangunterschied der beiden interferirenden Strahlen um eine halbe Wellenlänge von den obigen Gangunterschieden ab. Nach Einschaltung des Glimmerblättchens muss daher hier die resultirende Polarisationsebene um 90° gegen die vorige gedreht sein und diese Stellen müssen daher, durch den Analysator betrachtet, dunkel erscheinen.

Die Erscheinung ist also bei paralleler Stellung von Polarisator und Analysator mit dem Circularisator dieselbe wie ohne denselben; aber die Helligkeitsunterschiede beruhen nicht mehr auf der Verschiedenheit der resultirenden Intensität gleichschwingender Lichtstrahlen, sondern auf der Verschiedenheit der resultirenden Polarisationsrichtung bei gleicher Intensität der Strahlen. Zwischen dem hellen Streifen und dem Auslöschungsstreifen finden wir (mit Glimmerblättchen) alle verschiedenen Polarisationsrichtungen, die in einem Quadranten Platz haben.

Dies bedingt den Unterschied der Erscheinungen, welche eintreten, wenn wir den Analysator drehen. Die Linie, welche ursprünglich das Maximum der Helligkeit hatte, nimmt an Helligkeit ab, aber eine andere, deren resultirende Polarisationsrichtung nun derjenigen des Analysators parallel ist, zeigt jetzt das Maximum der Helligkeit, welches bei weiterer Drehung wieder weiter wandert und welches sich nach 90°-Drehung da befindet, wo zuvor ein Auslöschungsstreifen war. Ebenso wandern die Auslöschungsstreifen und diese sowohl wie die hellen Streifen treten immer nach 180°-Drehung an die Stelle ihres gleichartigen Nachbarstreifens. Man kann daher durch Drehen des Analysators jede beliebige Stelle des Gesichtsfeldes zur Mittellinie eines Talbot'schen Streifens oder einer Längsfranse machen, ohne dass die Kraft der Zeichnung von Stelle zu Stelle wechselte. Auch die Mittelstellung des Analysators auf 45° macht darin keinen Unterschied, während sie in der Anordnung ohne Glimmerblättchen (s. oben) das gänzliche Verschwinden der Interferenzfransen bewirkte.

8) Ist nun die Mittellinie einer Franse genau auf das Fadenkreuz (bei F in der Figur) gestellt, und schaltet man dann bei K eine zu untersuchende Krystallplatte ein, welche auch ihrerseits einen Gangunterschied der durchgehenden Strahlen bewirkt, so muss dies durch eine Verschiebung der betreffenden Franse erkennbar

werden. Um aber den durch die eingeschaltete Platte bewirkten Gangunterschied zu bestimmen, hat man nur durch Drehen des Analysators die Franse in ihre frühere Stellung zurückzuführen und kann dann aus der erforderlich gewesenen und am Theilkreise T abgelesenen Drehung mit grösster Genauigkeit den Gangunterschied in Bruchtheilen einer Wellenlänge angeben.

Auch die Zählung der ganzen Wellenlängen ist bei den Längsfransen ausführbar, wenn man von derjenigen Franse ausgeht, in welcher der Gangunterschied gleich Null ist, und diese auf das Fadenkreuz stellt. Jede Veränderung des Gangunterschiedes durch Krystallplättchen hat, in Wellenlängen der brechbareren Strahlen ausgedrückt, einen höheren Werth, als wenn man sie in Wellenlängen der Strahlen aus dem weniger brechbaren Theile des Spectrums ausdrückt. Trifft also der verticale Ocularfaden an irgend einer Stelle des Spectrums mit der Mittellinie einer Franse zusammen, welche nicht dem Gangunterschied 0 entspricht, so muss er sowohl in den brechbareren wie in den weniger brechbaren Strahlen davon abweichen, so dass also die Franse von ihm schief durchschnitten wird. Erst wenn man soweit mit dem Fernrohr, welches für diesen Zweck auch nach der Seite hin drehbar eingerichtet werden muss, gefolgt ist, dass der verticale Ocularfaden durch alle Farben hindurch die Mitte der geradeaus sichtbaren Franse bildet, erst dann ist man sicher, die Centralfranse wiedergefunden zu haben.

Die Messung des Bruchtheiles der Wellenlängen muss natürlich vorangehen und ist in den meisten Fällen wohl das Wichtigere. Oft kann man auch aus der Verschiedenheit der Ablesung in den verschiedenen Theilen des Spectrums auf die Zahl der ganzen Wellenlängen, die man ergänzen muss, schliessen. Jedenfalls ist es von besonderem Vortheil bei diesem Apparat, die Messungen schnell hintereinander in Wellenlängen verschiedener Spectralstrahlen vornehmen zu können.

Ausser dieser Hauptbestimmung des Apparats hat derselbe noch eine vielfältige Anwendbarkeit sowohl zu wissenschaftlichen Untersuchungen wie zu Demonstrationen. Das Spectrum und die verschiedenen Formen der Polarisation und der Interferenz sind das Gebiet derselben. Ich beabsichtige, die Leistungsfähigkeit des Apparates noch durch damit auszuführende Untersuchungen klarzulegen.

Der selbstregistrirende Pegel zu Travemünde.

Von

Prof. Dr. **W. Seibt**, Assistent am Kgl. Geodätischen Institut in Berlin.

Angeregt durch die Ergebnisse, zu welchen das Königliche Geodätische Institut durch die Discussion der Swinemünder Ostseewasserstandsbeobachtungen gelangt war, glückte es dem Herrn Bauinspector Rehder, den Senat der Freien- und Hansestadt Lübeck unter Hinweis auf die Perspective, welche sich durch Weiterverfolgung des Gegenstandes für Travemünde, sowohl der wissenschaftlichen Forschung, als auch dem praktischen Interesse der Traveschifffahrt eröffnen müsse, für die Aufstellung eines selbstregistrirenden Pegels zu Travemünde zu gewinnen.

Der Senat warf eine Summe von etwa 3000 Mark für dieses Project aus und wandte sich im Jahre 1884 behufs Realisirung desselben mit dem Gesuche an das Königliche Geodätische Institut, den Bau des Pegels zu leiten und für seine Aufstellung und Ingangsetzung die Anordnungen zu übernehmen.

General Baeyer, der damalige Präsident des Königlichen Geodätischen Institutes, welchem an der Vermehrung zuverlässig arbeitender Registrirpegel an der Ostseeküste sehr viel gelegen war, sagte bereitwillig zu und beauftragte den Verfasser, sich des Projectes anzunehmen und dem Senate nicht nur bei Construction des Apparates, sondern auch während seines Baues und bei Aufstellung desselben, sowie später auch bei Reduction seiner Aufzeichnungen zur Hand zu bleiben.

Nachdem mit Herrn Bauinspector Rehder eine Verständigung dahin erzielt worden war, dass es sich für die Construction des zu etablirenden Pegels empfehle, im Principe an der Bauart des seit dem Jahre 1870 zu Swinemünde im Gange befindlichen Apparates des Königlichen Geodätischen Institutes[1]) festzuhalten, wurden an Ort und Stelle diejenigen ersten Messungen vorgenommen, welche sich zur Ermittelung der günstigsten Dimensionen des Apparates als erforderlich erwiesen. Darauf trat der Verfasser mit dem Mechaniker Herrn Kavel zu Berlin in Verbindung und setzte in Gemeinschaft mit diesem alle Einzelheiten so fest, dass noch im Herbst 1884 mit der Anfertigung des Pegels begonnen werden konnte. —

Die Construction des Travemünder Apparates weicht von derjenigen des früher für Swinemünde von Herrn Civilingenieur Veitmeyer construirten und ebenfalls von Herrn Kavel erbauten in mehreren Punkten ab. Während der letztere in einer Verjüngung von rund 1 : 4,4 arbeitet und für jeden Tag einen neuen Bogen Papier erfordert, zeichnet der Travemünder Apparat die Wasserstände in einer mehr als doppelt so starken Verjüngung auf und macht die Auswechselung der Bögen nur jeden zweiten Tag nöthig. Diese Abweichungen ergeben sich einerseits als Consequenz des Umstandes, dass für Travemünde ein ungleich grösserer Wasserwechsel zu registriren bleibt als für Swinemünde, dass also die Beibehaltung des Swinemünder Reductionsverhältnisses zu einer übermässigen Höhe des Registrircylinders geführt haben würde; andererseits hatte sich durch die Erfahrung herausgestellt, dass die reellen Aenderungen im Wasserstande der Ostsee auch bei langsamerem Vorrücken des Zeichenstiftes noch zu unzweideutigem Ausdrucke zu gelangen vermögen.

Eine weitere Abweichung gegen die Swinemünder Construction besteht darin, dass dem Travemünder Apparate ein in verjüngtem Maasse hergestellter Scalenpegel beigegeben ist, an welchem der jeweilige Wasserstand unmittelbar abgelesen werden kann. Ferner hat die Vorrichtung zur Constantenbestimmung eine solche Anordnung erfahren, dass dieselbe in äusserst einfacher Weise zu handhaben ist und bei ihrer dauernden Befestigung am Apparate gleichzeitig einen sicheren Schutz für den sonst frei herabhängenden Schwimmerdraht abzugeben vermag.

Es gereicht mir zur Freude, hier hervorheben zu können, dass Herr Kavel bei Anfertigung des Apparates den vielen auf die Vervollkommnung desselben abzielenden Wünschen des Verfassers in entgegenkommendster Weise zu entsprechen bestrebt war. Bei der folgenden speciellen Beschreibung des in seinen einzelnen Theilen auf das Sauberste ausgeführten Apparates wird aus der Mittheilung der Ergebnisse, zu welchen die zur Bestimmung des Verjüngungscoefficienten angestellten Beobachtungen geführt haben, entnommen werden können, dass der in Rücksicht auf seinen Zweck eine ebenso massive wie compacte Bauart zeigende Pegel in Bezug auf genaues Functioniren allen billigen wissenschaftlichen und damit auch allen Ansprüchen der Praxis vollauf Genüge zu leisten vermag.

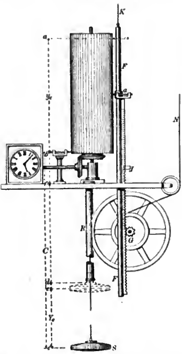
---

[1]) Vgl. „Das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde". Von Wilhelm Seibt. Berlin. 1881. S. 3.

Die Ablieferung des fertigen Apparates erfolgte im Frühjahr 1885, und seine Aufstellung konnte, nachdem inzwischen vom Herrn Bauinspector Rehder die nöthigen Brunnenarbeiten sowie der Erweiterungsbau des zur Aufnahme des Pegels bestimmten Lootsenpavillons zur Ausführung gebracht worden waren, im Sommer 1885 in Gegenwart des eben Genannten und des Verfassers durch Herrn Mechaniker Kavel bewirkt werden.

Der complete Apparat, mit allen seinen Haupt-, Neben- und Befestigungstheilen, aber ohne Verpackungs- und Transportkosten, hat einen Kostenaufwand von etwa 1750 Mark verursacht. —

Der eigentliche Apparat befindet sich über einem in Backsteinen gemauerten Brunnen in einem von der Wachtstube des Lootsenpavillons abgeschlossenen hellen Raume, woselbst er auf einer, durch eingemauerte Console getragenen starken eisernen Tischplatte mittels Bolzen und Schrauben unverrückbar befestigt ist. Nebenstehende Figur giebt eine schematische Skizze des Aufbaues desselben.



Ein Schwimmer S von Kupferblech, welcher, durch ein an dem Drahte N angreifendes Gegengewicht balancirt, an einem silberplattirten, 0,9 mm dicken Kupferdrahte im Wasser des Brunnens hängt, setzt mittels eines verjüngenden Getriebes G bei der durch das Steigen und Fallen der Ostsee bewirkten Veränderung seiner Höhenlage eine metallene, an einem cylindrischen Führungsstabe F befestigte und ebenfalls durch ein an dem Drahte K angreifendes Gegengewicht balancirte Zahnstange in eine auf- und niedergehende Bewegung. Der Führungsstab F ist in dem nicht mitgezeichneten Gerüst oben und unten durch je drei Leitrollen sicher, aber möglichst frei von schädlicher Reibung geführt. Der senkrecht stehende, 0,5 m im Umfange haltende Registrireylinder erfährt durch ein Uhrwerk in je 48 Stunden eine einmalige Umdrehung; er dient zur Aufnahme des alle zwei Tage neu aufzuspannenden Registrirbogens, auf welchen der an der oben erwähnten Führungsstange F angeklemmte Curvenstift a eine aus der verticalen Bewegung der Zahnstange und der horizontalen Drehung des Registrircylinders resultirende Linie, die Wasserstandscurve, zeichnet. Am unbeweglichen Theile des Apparates befindet sich der feststehende Basisstift b, welcher auf den sich um seine Axe drehenden, mit dem Registrirbogen überspannten Cylinder die Basislinie schreibt.

Die Bleistifte, welche hierbei zur Verwendung kommen, befinden sich in Metallhülsen und werden durch regulirbare Federn mit ihren Spitzen sanft gegen die Papierfläche gedrückt. Bei der äusserst geringen Abnutzung, welche die

möglichst hart zu wählenden Stifte (A. W. Faber HHHHHH) zu erleiden haben, wird sich ein Spitzen derselben, das stets centrisch erfolgen muss, verhältnissmässig selten, jedenfalls nicht vor Ablauf einer Woche als nothwendig erweisen. —

Das conische Rad, welches lose auf der horizontalen, von der seitlich auf der Tischplatte placirten Uhr in Umdrehung versetzten Triebwelle steckt und mit dem Getriebe des Untersatzes für den Registrircylinder in Eingriff steht, lässt sich durch eine Druckschraube mit der Triebwelle verbremsen; bei geklemmter Welle gestattet dann eine Mikrometerschraube das genaue Einstellen des Registrircylinders gegen den Curvenstift *a* in Bezug auf die dem Registrirbogen gegebene Zeiteintheilung.

Um die Unterbrechung der Aufzeichnungen beim Neuaufspannen eines Bogens auf ein Minimum herabzudrücken, steht ein zweiter Cylinder zur Verfügung; derselbe ist während des Ganges des Apparates so vorzubereiten, dass er im gegebenen Momente gegen denjenigen, welcher auf seinem Bogen die zweitägige Wasserstandscurve aufgenommen hat, ausgewechselt werden kann. Zu dieser Vorbereitung des zweiten Cylinders gehört ausser dem in einfacher Weise zu bewerkstelligenden Aufspannen des neuen Bogens auch das Versehen des letzteren mit der vorhin erwähnten Zeiteintheilung. Hierzu dient ein bockartiger hölzerner Untersatz, in dessen Lager der Cylinder mit seinen beiden Zapfen horizontal eingelegt werden kann; eine gezahnte Scheibe mit Sperrfedervorrichtung macht es möglich, den Cylinder unter einem eisernen Lineal auf je $^1/_{48}$ der Peripherie festzuhalten. Die hierbei mit Bleistift auf den Registrirbogen gezogenen Längslinien entsprechen dann in ihren etwa 10 mm betragenden Abständen der Zeitdauer von einer Stunde, so dass sich vom Registrirbogen bei richtig erfolgter Einstellung die jeweilige, zu einem gegebenen Punkte der Wasserstandscurve gehörige Beobachtungszeit mit Sicherheit bis auf etwa eine halbe Minute genau ohne Weiteres entnehmen lässt. —

Die Ermittlung des genauen Werthes für den dem Apparate eigenthümlichen Verjüngungscoefficienten v, von dessen möglichster Gleichheit bei allen Stellungen des Curvenstiftes vor Allem die Genauigkeit der registrirten Wasserstände abhängt, ist vor Aufstellung des Apparates in der folgenden Weise in der Werkstatt des Mechanikers von Herrn Kavel und mir vorgenommen worden.

Senkrecht unter dem hochgewundenen Gegengewichte des Schwimmers kam ein eiserner Bolzen mit halbkugelförmigem Kopfe unverrückbar zur Befestigung. Nachdem auf den letzteren ein Holzstab mit abgerundeten Stahlenden, vertical eingerichtet, zur Aufstellung gelangt war, wurde zunächst durch Drehen des Schwimmerrades das Gegengewicht herabgelassen, und dieses an einem bestimmten, vorher markirten Punkte seiner unteren Fläche mit dem oberen Ende des Stabes in sanfte Berührung gebracht. Bei dieser augenblicklichen Stellung aller beweglichen Theile des Apparates erfolgte eine kurze Drehung des vom Uhrwerke ausgeschalteten, nicht mit Papier überzogenen Registrircylinders zu dem Zwecke, von dem angefederten, für diese Versuche aus Stahl gefertigten Curvenstifte auf jenen eine scharfe horizontale Linie einreissen zu lassen. Hierauf wurde der Stab weggenommen, und das Gegengewicht durch Weiterdrehung des Schwimmerrades bis auf den Bolzen herabgelassen, welcher vorher dem Stabe als Stützpunkt gedient hatte. Bei dieser neuen Stellung aller beweglichen Theile des Apparates riss der Curvenstift eine zweite Linie in das Metall des Registrircylinders ein. Durch das Klemmen des Curvenstiftes auf verschiedene Stellen der ihn tragenden Zahnstange und durch Wiederholen der eben beschriebenen sonstigen Manipulationen konnte eine Reihe völlig von einander unabhängiger Beobachtungen erhalten werden,

welche sich über den ganzen Mechanismus erstreckten. Aus dem Verhältnisse der bekannten Länge des angewendeten Holzstabes zu den aufs Genaueste bestimmten Abständen der paarweise auf den Cylinder eingerissenen Linien ergab sich im Mittel als Werth für den Verjüngungscoefficienten:

$$v = 9{,}9266 \pm 0{,}002.$$

Die dem Mechanismus des Apparates anhaftenden Unregelmässigkeiten kommen in den Abweichungen der Abstände der paarweise auf den Registrircylinder eingerissenen Linien zum messbaren Ausdruck. Wenn wir annehmen, dass hier der mechanischen Fehlerquelle gegenüber die Beobachtungen selbst mit absoluter Genauigkeit erfolgten, dann erhalten wir in der mittleren Abweichung der gemessenen Abstände:

$$m = \pm\ 0{,}15 \text{ mm}$$

denjenigen Werth, um welchen wir jeden vom Curvenstift markirten Punkt der Wasserstandscurve, also jede Wasserstandsordinate y, als vom unvollkommenen Mechanismus des Apparates herrührend, fehlerhaft zu betrachten haben. Für die mit dem Verjüngungscoefficienten reducirte Wasserstandsordinate Y ergiebt sich dann der Ausdruck:

$$Y = (y \pm 0{,}15 \text{ mm})\ (v \pm 0{,}002).$$

Setzen wir in dieser Gleichung für y seinen Durchschnittswerth mit 300 mm, dann erhalten wir für die reducirte Wasserstandsordinate Y und als Maass für die Genauigkeit, mit welcher der Apparat arbeitet, den durchschnittlichen mittleren Fehler:

$$M_Y = \sqrt{(300\ .\ 0{,}002)^2 + (9{,}9266\ .\ 0{,}15)^2} = \pm\ 1{,}6 \text{ mm}.$$

Die Vorrichtung, welche dem Apparate zur Bestimmung derjenigen Constanten C beigegeben ist, welche zu Y, der mit dem Verjüngungscoefficienten multiplicirten Wasserstandsordinate y hinzugefügt werden muss, um den ihr entsprechenden, auf den Basisstift bezogenen Wasserstand W_b, zu erhalten[1]), besteht im Wesentlichen aus einer von der unteren Kopffläche bis zu ihren am Fussende angesetzten stumpfen Spitzen 1100,0 mm langen Metallröhre R, welcher auf der einen Längsseite die Wandung so genommen wurde, dass es möglich ist, sie über den Schwimmerdraht und über einen Theil des Schwimmerrades zu ziehen. Bei dieser senkrechten Lage wird die durch eine Oeffnung der Tischplatte gesteckte Röhre mit der unteren Fläche ihres vorspringenden Kopfes auf einer Klemmplatte zur Auflage gebracht und hier unter Anwendung einer Druckschraube unverrückbar festgehalten. Beim Gebrauche wird nun der Schwimmer durch Drehen des Schwimmerrades so lange heraufgewunden, bis seine ebene Kopffläche gegen die drei Fussspitzen der Constantenröhre stösst. Bei dieser Schwimmerlage lässt man von dem entsprechend in die Höhe gegangenen Curvenstifte und gleichzeitig von dem in seiner festen Lage verbliebenen Basisstifte auf den vom Uhrwerke ausgeschalteten Cylinder Linien ziehen. In dem reducirten gegenseitigen Abstande der letzteren wird dann diejenige Grösse $vy_c = Y_c$ erhalten, um welche der Schwimmer sinken müsste, wenn der Curvenstift in gleiche Höhe mit dem Basisstift gebracht würde.

Wenn in der obigen schematischen Darstellung (S. 9).

unter a die Lage des Curvenstiftes im Augenblicke der Constantenbestimmung,
„ b „ „ des feststehenden Basisstiftes,

[1]) Vgl. „Das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde". Seite 4.

unter c die obere Fläche der Klemmplatte bezw. die untere Fläche des Kopfes der Constantenröhre R,

„ d die obere Kopffläche des bis zum Anstoss an die Constantenröhre hochgewundenen Schwimmers S,

„ e die Einsinkungslinie des Schwimmers bei eingehängtem Gegengewichte,

„ e' die Lage der Einsinkungslinie e bei $y = 0$

verstanden wird, dann finden wir die vorerwähnte Constante:

$C =$ bc (dem Abstande des Basisstiftes von der oberen Fläche der Klemmplatte $= 121{,}1$ mm),

$+ cd$ (der Länge der Constantenröhre von der unteren Kopffläche bis zu ihren drei Fussspitzen $= 1100{,}0$ mm),

$+ de$ (dem Abstand der oberen Kopffläche des Schwimmers bis zur Einsinkungslinie e desselben $= 42{,}7$ mm[1]),

$+ ee'$ ($Y_c = ry_c$ = dem reducirten Abstande des Curvenstiftes vom Basisstifte im Augenblick der Constantenbestimmung)

und den auf den Basisstift bezogenen Wasserstand:

$$W = Y - C.$$

Da die Abstände bc und cd mit einer Genauigkeit bestimmt sind, welche die Grenze von $\pm 0{,}1$ mm nicht überschreitet, der Abstand de nach den angestellten Beobachtungen höchstens um $\pm 0{,}5$ mm unsicher ist, und der mittlere Fehler für Y_c, wenn für Y_c sein angenäherter Werth von 600 mm gesetzt wird, sich aus

$$M_{Y_c} = \sqrt{(600 \,.\, 0{,}002)^2 + (0{,}9266 \,.\, 0{,}15)^2} = \pm\ 1{,}8 \text{ mm}$$

ergiebt, so finden wir für C den mittleren Fehler:

$$M_C = \sqrt{(0{,}1)^2 + (0{,}1)^2 + (0{,}5)^2 + (1{,}8)^2} = \pm\ 1{,}9 \text{ mm}$$

und endlich für den auf den Basisstift des Apparates bezogenen, von einem Punkte der aufgezeichneten Curve abgeleiteten Wasserstand W_b den mittleren Fehler

$$M_{W_b} = \sqrt{(1{,}6)^2 + (1{,}9)^2} = \pm\ 2{,}5 \text{ mm.}$$

Unter Zugrundelegung des für den Verjüngungscoefficienten ermittelten wahrscheinlichsten Werthes ist die auf der Breitseite der Zahnstange hergestellte Theilung zur Ausführung gebracht worden. Dieselbe gestattet den augenblicklichen Wasserstand an einem mit Nonienvorrichtung versehenen festen, aber corrigirbaren Index J

[1]) Nach den Veröffentlichungen der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere stellen sich die Salzverhältnisse der Ostsee bei Travemünde, d. h. eine ziemliche Strecke in die Bucht hinaus, wie folgt:

Durchschnittlicher Salzgehalt aus 10jähriger Beobachtung:
für Oberflächenwasser . . . . 1,38 %
für Wasser aus einer Tiefe von 9,1 m . . . . 1,49 %
Der höchste Salzgehalt wurde beobachtet:
für Oberflächenwasser: Sept. 1883 . . . . 2,19 %
für Wasser aus 9,1 m Tiefe: Aug. 1875 . . . . . . 2,29 %
Der niedrigste Salzgehalt wurde beobachtet:
für Oberflächenwasser: März 1881 . . . . 0,21 %
für Wasser aus 9,1 m Tiefe: Mai 1878 . . . . . . 0,85 %

Da nun der selbstregistrirende Pegel im Hafen von Travemünde liegt und im vorliegenden Falle wohl nur Oberflächenwasser in Betracht gezogen zu werden braucht, so ist dem Wasser, welches bei den zur Bestimmung der Einsinkungstiefe des vom Gegengewichte balancirten Schwimmers angestellten Beobachtungen angewendet wurde, ein mittlerer Salzgehalt von etwa 1 % gegeben worden.

unmittelbar bis auf einzelne Millimeter abzulesen[1]); die Beobachtungen beziehen sich auf denjenigen festen Punkt, für welchen die Einstellung der getheilten Zahnstange bzw. des corrigirbaren Index bei Ingangsetzung des Apparates erfolgte.

Der mittlere Fehler einer an dieser verjüngten Pegelscale gemachten Wasserstandsablesung ist dann dem mittleren Fehler einer von einem Curvenpunkte abgeleiteten Wasserstandsbeobachtung gleich, wenn entweder der Nullpunkt der Pegelscale mit dem Basisstifte des Apparates zusammenfällt, oder wenn der zwischen ihnen bestehende Höhenunterschied als fehlerfreie Constante, d. h. als Normalwerth gilt. Ist dagegen jener Höhenunterschied das Ergebniss einer besonderen Messung, dann vergrössert sich der für W_b vorhin berechnete mittlere Fehler um den mittleren Fehler jener nivellitischen Bestimmung.

Aus praktischen, in dem Interesse der Traveschifffahrt liegenden Gründen entspricht gegenwärtig der Nullpunkt des verjüngten Scalenpegels dem Nullpunkt des bisherigen, unmittelbar in der Trave aufgestellten gewöhnlichen Pegels. Da nun die Höhendifferenz zwischen dem Basisstifte des Apparates und diesem Pegelnullpunkte bei Justirung des Apparates als Normalwerth eingeführt wurde, so hat nach dem vorhin Gesagten auch der am verjüngten Scalenpegel abgelesene, sich auf die normale Lage des alten Nullpunktes des Trave-Pegels beziehende Wasserstand W_0 den mittleren Fehler:

$$M_{W_0} = \pm 2{,}5 \text{ mm}.$$

Bei den bisherigen Betrachtungen wurde vorausgesetzt, dass das Abgreifen der Wasserstandsordinate y nahezu fehlerfrei, wenigstens im Vergleich zu der aus der Unvollkommenheit des Mechanismus fliessenden Fehlerquelle, erfolgen kann. Es ist dies auch wirklich der Fall, so lange die Ordinatenbestimmung entweder unmittelbar vom Registrircylinder oder vom aufgespannten Registrirbogen unmittelbar bei oder wenigstens ganz kurze Zeit nach der vom Curvenstift erfolgten Aufzeichnung vorgenommen wird. Der Registrirbogen hat aber durch Aufsaugen von Feuchtigkeit unter Umständen so wesentliche Aenderungen seiner Grössenverhältnisse zu erleiden, dass auf diese bei Bestimmung des Wasserstandes durchaus Rücksicht genommen werden muss; der vom Cylinder genommene Bogen schrumpft bei längerer Aufbewahrung im geheizten Raume für 0,5 m bis zu 5 mm (im Maximum) zusammen, und es ist leicht ersichtlich, dass, wenn die Reduction der Aufzeichnungen nicht sofort nach erfolgter Auswechselung des Cylinders an der Beobachtungsstelle, sondern erst nach einer, wenn auch kurzen Aufbewahrung erfolgt, eine Nichtbeachtung dieses Umstandes die reducirten Wasserstandsbeobachtungen erheblich falsch erscheinen lassen könnte.

Um diese Fehlerquelle thunlichst wirkungslos zu machen, wird beim Aufspannen und beim Abnehmen des Bogens ein bestimmtes Maass (0,5 m) auf demselben abgestochen. Wenn nun zu der Zeit, zu welcher eine Ordinate abgegriffen werden soll, der Abstand jener abgestochenen Punkte aufs Neue bestimmt wird, so ist aus dem Verhältniss, in welchem ein Eingehen des Papieres für jene 500 mm stattfand, leicht diejenige Correction zu finden, welche der abgegriffenen Ordinate

[1]) Diese Einrichtung ist von der Construction des bereits in den vierziger Jahren zu Travemünde etablirten „schwimmenden Pegels“ herübergenommen. Bei letzterem bewegt sich die Scale ebenfalls an einem Index vorbei, an welchem der jeweilige Wasserstand direct abgelesen werden kann. — Auch bei den von Herrn R. Fuess im Jahre 1881 für das Kaiserliche Hydrographische Amt erbauten Registrirpegeln begegnen wir einer ähnlichen Anordnung.

hinzugefügt werden muss, um dieselbe vom Einflusse der Einschrumpfung des Papieres zu befreien.

War das ursprünglich abgestochene Stück $= m$, das Ergebniss der Nachmessung aber $= m_1$, bezeichnen wir ferner die abgegriffene Wasserstandsordinate mit y und die verbesserte mit y_1, dann ist:

$$v\,(m_1 : m) = v\,(y : y_1).$$

Setzen wir nun die verbesserte und reducirte Wasserstandsordinate $vy_1 = Y_1$, so wird:

$$\log v + \log \frac{m}{m_1} + \log y = \log Y_1.$$

Nach Zusammenziehung der beiden ersten Glieder zu $\log v_1$ und Herrichtung einer Tafel mit dem Argument $m - m_1$, erhalten wir dann in bequemer Weise:

$$Y_1 = v_1 y$$

und hiermit den wahrscheinlichsten, aus der abgegriffenen, verbesserten und reducirten Wasserstandsordinate abgeleiteten Wasserstand in Bezug auf den Basisstift des Apparates:

$$Wb = v_1 y - C.$$

Soll der Wasserstand auf einen andern Punkt, als wie hier angenommen, auf den Basisstift des Apparates bezogen werden, dann muss der Höhenunterschied zwischen dem Basisstift und dem neuen Nullpunkt ermittelt und der rechten Seite der Gleichung entsprechend hinzugefügt werden.

Ueber ein neues Anemometer nach Geh.-Rath Dr. W. Siemens.

Von

Dr. A. Köpsel in Berlin.

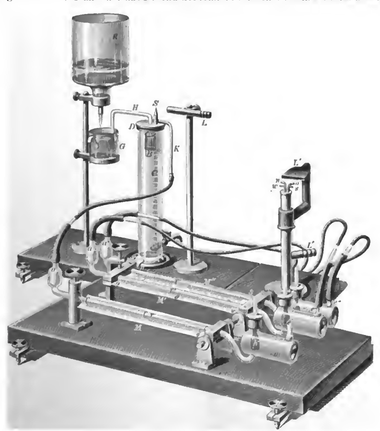
Auf der zu Ehren der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Berlin veranstalteten Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente befand sich unter den zahlreichen Messapparaten, welche die Firma Siemens & Halske zur Ausstellung gebracht hatte, ein von Geh. Reg.-Rath W. Siemens angegebenes Anemometer, welches auf einem bis dahin noch nicht angewendeten Princip beruht. Es ist hierbei das Saugphänomen zur Messung der Windgeschwindigkeit benutzt; ja noch mehr, es kann mit diesem Apparat auch die mittlere Windgeschwindigkeit während einer bestimmten Zeit registrirt und zugleich die Windrichtung, welche in jedem Augenblicke herrscht, bestimmt werden.

Der Apparat hat folgende Einrichtung: Ein in Cubikcentimeter getheilter Messcylinder C ist oben durch eine Metallplatte D luftdicht verschlossen; letztere hat zwei Oeffnungen, in deren eine ein Messingrohr S mit fein auslaufender Spitze eingeschliffen ist; in die andere ist ein zweimal rechtwinklig gebogenes Heberrohr H eingekittet, welches an dem in den Cylinder hineinreichenden Schenkel mit Messingfedern versehen ist, die ein kleines Becherglas B mit Tülle halten; der andere Schenkel taucht in ein grösseres Gefäss G mit Petroleum, dessen Niveau dadurch constant gehalten wird, dass ihm aus einem darüber befindlichen Gefäss R mit feiner Oeffnung fortwährend Petroleum zugeführt wird, dessen Ueberschuss abtropft. Diese Vorrichtung erwies sich zweckmässiger als das Mariotte'sche Gefäss, bei dessen Anwendung es wegen der bei der Blasenbildung auftretenden Capillarkräfte nicht möglich war, eine Constanz des Niveaus zu erzielen.

Als Flüssigkeit wurde das Petroleum deshalb gewählt, weil es leichter abtropft als Wasser und weniger verdampft als andere, vielleicht sonst auch geeignete Flüssigkeiten.

Die feine Spitze *S* ist durch ein seitliches Rohr *K* mittels **Kautschukschlauch** mit einem Manometer *M* verbunden, dessen Röhre *r* nur eine kleine Neigung gegen die Horizontale hat; unten ist an dieselbe ein weites Gefäss *m* angeschmolzen, welches mit gefärbtem Petroleum gefüllt ist; ein in dieses letztere einsenkbarer Kolben *k* dient zur Regulirung des Nullpunktes.

Soll der Apparat in Thätigkeit treten, so wird zunächst durch Saugen die Luft im Cylinder *C* verdünnt, infolge dessen das kleine, innen befindliche Becherglas gefüllt wird. Nun wird das Niveau des letzteren durch Verschieben des äusseren



Gefässes *G* so eingestellt, dass die geringste Luftverdünnung im Cylinder ein Abtropfen der Flüssigkeit in denselben bewirkt. Wird jetzt mittels eines seitwärts von der Spitze rechtwinklig dazu aufgestellten Rohres *L* ein Luftstrom über dieselbe hinweggeleitet, so tropft die Flüssigkeit in Folge der hierdurch im Cylinder herbeigeführten Luftverdünnung von der Tülle des Becherglases *B* in den Cylinder und die

Menge der abgetropften Flüssigkeit ist ein Maass für die mittlere Windgeschwindigkeit. Würde anstatt eines weiteren Heberrohres ein Capillarrohr zur Verbindung beider Bassins benutzt, so würde die Menge der abgetropften Flüssigkeit nicht der mittleren Windgeschwindigkeit, sondern der Summe der Windenergie proportional sein.

Durch die Verdünnung der Luft steigt gleichzeitig im Manometerrohre r die Flüssigkeit bis zu einer bestimmten Höhe, welche, wenn Gleichgewicht eingetreten ist, an einer quadratisch steigenden Scale direct die Geschwindigkeit des Windes abzulesen gestattet.

Der Apparat zur Bestimmung der Windrichtung besteht aus vier rechtwinklig umgebogenen Röhren n, o, s, w, deren Oeffnungen nach den vier Himmelsrichtungen zeigen; je zwei gegenüberliegende sind mit den Mündungen $a'e'$, $a''e''$ zweier ebenso eingerichteten Manometer M', M'', wie das oben beschriebene, durch Kautschukschläuche verbunden. Der Nullpunkt dieser Manometer liegt in der Mitte der Röhren r', r'' und die vier Enden der Scalen sind mit den Anfangsbuchstaben der vier Himmelsrichtungen bezeichnet. Kommt nun der Wind aus einer Richtung, nach der eine solche Oeffnung zeigt, so wird er in dieser eine Verdichtung, in der gegenüberliegenden eine Verdünnung der Luft hervorrufen. Erstere wirkt auf der einen, letztere auf der andern Seite eines der Manometer; die Flüssigkeitssäule wird also von der Mitte (Nullpunkt) bei passender Verbindung nach der Seite hingeschoben werden, welche mit dem Buchstaben bezeichnet ist, der die Himmelsrichtung darstellt, aus welcher der Wind kommt. An den beiden anderen Oeffnungen, welche je um 90° von dieser Richtung verschieden sind, bewirkt der Luftstrom, da er an diesen mit gleicher Geschwindigkeit vorbeistreicht, zwei gleiche Verdünnungen, welche an den beiden Enden des andern Manometers angreifen, in Folge wovon dieses seinen Nullpunkt unverändert beibehält. Wie eine einfache Ueberlegung lehrt, giebt der Apparat auch die Zwischenrichtungen durch mehr oder minder grosse Verschiebung der Flüssigkeitssäulen in beiden Manometern an.

Zur Demonstration ist dieser Apparat mit einem drehbaren Zuführungsrohr L' mit breiter Oeffnung für den Wind versehen, welches ebenso wie das Zuführungsrohr L des Registrirapparates bei der Anwendung für meteorologische Zwecke fortfallen würde.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass Herr Prof. v. Bezold zuerst den Vorschlag machte, durch abtropfende Flüssigkeitsmengen die Windstärke zu registriren und dass mit diesem Apparat der erste Versuch gemacht ist, diesen Vorschlag zu verwirklichen.

Ein neues Totalreflectometer.

Von

Dr. C. **Pulfrich** in Bonn. (I. Mittheilung).

Das Princip des Instrumentes beruht auf der Anwendung eines geraden, vertical gestellten und drehbaren Glascylinders, dessen Mantel und obere Grundfläche gut geschliffen und polirt sind. Das beobachtende Auge sieht durch den Mantel nach der oberen Fläche, auf welche das Object zu liegen kommt.

Die Bedingung für das Zustandekommen der Totalreflexion besteht darin, dass das Brechungsvermögen des Glascylinders grösser ist als dasjenige des Objectes. Sofern nämlich ein Bündel homogener Lichtstrahlen von unten her unter

einem bestimmten Einfallswinkel auf das Object fällt (Fig. 1), bietet sich dem auf unendlich accommodirten Auge der Beginn der Totalreflexion als eine scharfe horizontalliegende Grenze dar zwischen einem hell und einem weniger hell erleuchteten Gesichtsfelde. Deutlicher tritt diese Grenze auf bei streifend in das Object einfallenden Lichtstrahlen. Denn denkt man sich in Fig. 1 von rechts oben die Lichtstrahlen G, a, b in das Object eintreten, so wird jetzt ein an der Stelle des Pfeiles befindliches Auge nur partiell gebrochene Strahlen erblicken, die mit G abschliessen, sofern die Strahlen 1 und 2 fortfallen, a und b zum Theil gebrochen, zum Theil in das Object reflectirt werden. Durch den Contrast vollkommener Dunkelheit gegen die untere, wenn auch nur weniger hell erleuchtete Gesichtshälfte tritt die Grenze sehr deutlich hervor. Jeder Strahl in Fig. 1 ist als Repräsentant eines Systems paralleler Lichtstrahlen zu betrachten, dessen Querschnitt durch die Grösse der Objectfläche und den Grenzwinkel s bestimmt ist.

Ich bemerke vorab, dass bei meinen Beobachtungen von einer Verzerrung der Grenze durch die Brechung der Strahlen an der Mantelfläche des Cylinders nichts zu sehen war. Die bei Natriumlicht-Beleuchtung auftretende Grenzcurve ist sowohl mit blossem Auge als auch mit dem auf Unendlich eingestellten Fernrohre sichtbar. Im ersten Falle ist man durch Hin- und Herbewegen des Kopfes im Stande, einen grossen Theil der in sich geschlossenen Grenzcurve zu überschauen. Mit Fernrohr erkennt man nur eine geringe Krümmung des Grenzcurvenstückes, kann aber durch Drehen des Cylinders die geschlossenen Grenzcurven am Auge vorbeiführen.

Beim Drehen des Cylinders aber wird die Grenze sich für verschiedene Objecte verschieden verhalten. Für isotrope Körper wird sie ihre Lage nicht ändern und deshalb dem Auge immer an derselben Stelle erscheinen. Für doppeltbrechende Medien hingegen lässt die Beobachtung die Zahl der Grenzcurven, deren Neigung gegen die Horizontale, sowie continuirliche Aenderungen, zeitweilige Verschmelzung oder Durchschneidung derselben klar erkennen.

Es sei N der Brechungsindex des Cylinders, n der zu bestimmende des Objectes. Der unter dem Grenzwinkel s vom Object aus in den Cylinder eintretende Grenzstrahl (G) treffe unter dem Winkel i' die verticale Mantelfläche und verlasse dieselbe unter dem Austrittswinkel i. Sofern nur N bekannt, i aber gemessen werden kann, schreibt sich mittels der Beziehungen:

$$N \sin s = n, \quad \sin s = \cos i', \quad \sin i' = \frac{\sin i}{N}$$

einfach:

$$n = \sqrt{N^2 - \sin^2 i}.$$

Für Flüssigkeiten dienen geringe Mengen, die zweckmässig in aufgekittete Glasröhren gegossen werden; feste Körper werden unter Beifügung eines Flüssigkeitstropfens, dessen Brechungsindex $\mathfrak{N}$ grösser als n sein muss, auf die obere Fläche einfach aufgelegt; die Flüssigkeitsschicht hat, sofern die Objectfläche parallel zur Planfläche des Cylinders ist, keinen Einfluss auf den austretenden Lichtstrahl, und es kann $\mathfrak{N}$ grösser, gleich und kleiner als N sein.

Die theoretische Grenze der Brauchbarkeit des Glascylinders erstreckt sich auf Austrittswinkel von 0 bis 90°. Die praktische wird natürlich enger bemessen sein. Unser Glascylinder wird somit für Objecte zu verwenden sein, deren Brechungsindices zwischen annähernd N und einem Werte n liegen, der sich

bestimmt zu $n = \sqrt{N^2 - 1}$. Für Objecte mit stärkerem Brechungsvermögen als N wird man zu einem Cylinder von höherer Brechbarkeit greifen müssen, und bei solchen mit niedrigerem als n entsprechend heruntergehen.

Dasselbe lässt sich auch durch successives Einfüllen von Flüssigkeiten verschiedener Brechbarkeit in einen geschliffenen Hohlcylinder erreichen. Versuche und Messungen, welche ich in dieser Richtung mit einer käuflichen, aber ungeschliffenen Glasröhre anstellte, haben speciell für Kalkspath parallel der Axe verhältnissmässig recht günstige Resultate ergeben. Diese Versuche waren die eigentlichen Vorversuche, und es wurde erst, nachdem dieselben gelungen, mit dem Schleifen des Cylinders begonnen.

Die Anwendbarkeit des Apparates erstreckt sich ferner auf Voll- und Hohlkegel. Das Totalreflectometer gestattet den Messungen jeden Grad der Genauigkeit zu geben und ist für homogenes und weisses Licht brauchbar. Während ich mich in der gegenwärtigen Mittheilung auf Beobachtungen mit Natriumlicht beschränken werde, soll in einer demnächst folgenden zweiten Mittheilung die Anwendbarkeit des Apparates auf weisses Licht demonstrirt werden.

Hiermit ist im Wesentlichen die Theorie des Totalreflectometers klar gelegt. Die Anfertigung des Instrumentes, mit welchem die mitgetheilten Versuche ausgeführt wurden, habe ich dem Mechaniker Herrn Max Wolz zu Bonn übertragen. Derselbe hat auch die Herstellung weiterer Apparate übernommen. —

Die Einrichtung des Instrumentes ist folgende:

Durch einen Dreifuss mit Stellschrauben geht eine verticale Stahlaxe A, ein Doppelconus, welcher die Drehung des auf einer Centrirvorrichtung (in Fig. 1 im Schnitt gezeichnet) ruhenden Glascylinders ermöglicht. Ein unten angebrachter Horizontal-Theilkreis gestattet die Grösse der Drehungen, bei Krystallflächen also die sogenannten Azimuthe der Einfallsebene auf einzelne Minuten genau zu bestimmen. Auf dem Dreifuss erhebt sich schräg ansteigend ein Bock, der in der Höhe der oberen Cylinderfläche, excentrisch zur Cylinderaxe die Lager für eine horizontal liegende Axe mit Fernrohr, Verticalkreis, Klemme und Mikrometerschraube trägt. Die Axe hat die Form eines Bügels und trägt in der Mitte, dem Cylinder genau gegenüber, das Objectiv des Fernrohres. Die Objectivöffnung beträgt 18 mm bei einer Brennweite von 10 cm und einer 8 bis 10 maligen Vergrösserung. Die Excentricität der Lager ist durch den Gang der an der Mantelfläche gebrochenen Lichtstrahlen bedingt. Sie beträgt bei dem Apparat $^2/_3$ des Radius des Cylinders und ist besonders deshalb so stark gewählt, um mit dem Fernrohrobjectiv möglichst weit unter den Cylinder zu kommen und so die Messung von grösseren Winkeln i zu ermöglichen. Die am Verticalkreis angebrachten Nonien geben einzelne Minuten direct an, gestatten aber noch die Schätzung von halben und drittel Minuten[1]).

Zur Vermeidung der Unbequemlichkeit bei Messungen mit geradem Fernrohre ist dasselbe gebrochen. (Die mitgetheilten Beobachtungen sind mit geradsichtigem Fernrohr ausgeführt.) Ein total reflectirendes Prisma sendet die Lichtstrahlen stets in horizontaler Richtung ins Auge. Dadurch wird die Beobachtung sehr vereinfacht. Ein weiterer Vortheil besteht darin, dass das zur Untersuchung der Polarisationsrichtung dienende Nicol mit Theilkreis von dem Fernrohre getrennt

[1]) Leider war ich bei dem Instrument, mit welchem die weiter unten beschriebenen Versuche ausgeführt wurden, auf einen Kreis mit nur einem Nonius und 10' Ablesung beschränkt. Derselbe liess indess noch eine Schätzung von 2—3' zu. — Eine Totalansicht eines der neu hergestellten Instrumente soll in der nächsten Nummer mitgetheilt werden.

werden und deshalb zu Erschütterungen des ganzen Systems keinen Anlass geben kann. Man erleichtert auf diese Weise die Auffindung der Grenzcurven bei Krystallflächen ganz ausserordentlich.

Sämmtliche Einstellungen und Ablesungen geschehen von der Vorderseite des Apparates; der Beobachter braucht deshalb weder seinen noch den Platz des Instrumentes zu verändern. Die Beleuchtung erfolgt von der dem Fernrohr abgewandten Seite. Die Stellschrauben leisten bei der Regulirung der Beleuchtung vorzügliche Dienste. Klemmvorrichtungen und Mikrometerschrauben liegen auf der abgewandten Seite des Apparates und lassen sich vom Beobachtungssitz aus leicht erreichen.

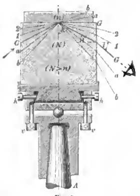


Fig. 1.

Der Anfertigung des Centrirapparates, sofern die Cylinderaxe mit der verticalen Stahlaxe zusammenfallen muss, ist ganz besondere Sorgfalt zu Theil geworden. Vier verticale Schrauben *v v* (in der Figur 1 sind nur zwei davon sichtbar) wirken in Verbindung mit einer Stahlkugel nach Art der Kugelgelenke; hierdurch wird die Cylinderaxe parallel zur Drehungsaxe *A* des Apparates gestellt. Vier darüber liegende horizontale Schrauben *h h* drücken auf den conischen Ansatz der den Cylinder tragenden Platte, welche letztere auf der ringförmigen Erhöhung der mittleren Platte aufruht. Hierdurch ist man im Stande, die Cylinderaxe parallel mit sich selbst zu verschieben; gleichzeitig wird das ganze System zusammengepresst.

Der Apparat wirkt leicht, sicher und ist äusserst stabil. Der Glascylinder ist mit schwarzem Kitt mit der oberen Platte fest verbunden. Er bleibt nach seiner Orientirung in fester Verbindung mit dem Centrirapparat und wird behufs Ersetzung durch einen Cylinder von anderem Brechungsvermögen mit Hülse und Vorrichtung einfach von der Axe *A* abgehoben. Er kann aber jederzeit wieder aufgesetzt werden, ohne dass die Orientirung auch nur das Geringste gelitten hätte. Ueber die Erkennungsweise einer gelungenen Orientirung soll nachher berichtet werden.

Die Beleuchtungsvorrichtung für reflectirtes Licht besteht aus einem Spiegel und einem schmalen rechtwinkligen Rahmen, der mit stark durchscheinendem Papier (eventuell geölt) beklebt ist und hinter dem Cylinder in den Dreifuss eingesteckt werden kann. Statt der Anwendung eines solchen Schirmes, wie er auch bei Kohlrausch üblich ist, ziehe ich indess vor, die Lichtstrahlen durch eine Linse auf der Fläche zu vereinigen. In den meisten Fällen wird man jedoch zu streifend einfallenden Lichtstrahlen greifen, insbesondere wenn man es mit verticalen Begrenzungsflächen des Objectes zu thun hat. (Vergl. S. 21).

Von Blendvorrichtungen wird nur ein dicht vor dem Objectiv des Fernrohres angebrachter Verticalspalt, dessen Mitte genau der Axe des Cylinders gegenübersteht, von Vortheil sein. Ich habe indess auch diesen bei meinen Beobachtungen fortgelassen; derselbe ist auch so lange zu entbehren, als man es mit horizontalen Grenzcurven zu thun hat. Nur bei stark gegen die Horizontale geneigten Curven, wie sie für Azimuthe zwischen 0 und 90° bei Kalkspath und Arragonit beispielsweise auftreten, ist in Folge der eigenthümlichen Wirkungsweise der Mantelfläche der Spalt anzuwenden. Ohne den Spalt ist die Grenzcurve mehr oder

weniger verwaschen, mit blossem Auge indess auch ohne Spalt scharf sichtbar; ihre Lage ist indess an die Stellung des Auges geknüpft.

Der bei meinen Beobachtungen benutzte Glascylinder wurde auf Bestellung von der Firma Schott und Genossen in Jena geliefert. Es ist die in dem neu erschienenen Katalog S. 14 mit der Nummer O. 41 versehene Glassorte „Schweres Silicat-Flint“. Geschliffen und polirt wurde derselbe in der mechanischen Werkstatt des Herrn Wolz. Ich bin mir nicht bewusst, dass in der Optik jemals diese oder ähnliche Anforderungen an die Technik gestellt worden wären; die Bedenken, welche der Güte des herzustellenden Cylinders entgegengebracht wurden, waren deshalb keine geringe. Das, was erreicht wurde, hat meine Erwartungen jedoch weit übertroffen. Die obere Fläche ist vollkommen eben und hat im Vergleich mit Prismen aus dem Physikalischen Institute die Prüfung mit Probeglas und Fernrohr sehr wohl bestanden. Die Fläche liegt ferner genau senkrecht zur Axe des Cylinders, und was die Mantelfläche angeht, so ist dieselbe vollkommen kreisförmig im Querschnitt und gerade. Nicht nur dass der Cylinder auf der Drehbank alle dem Mechaniker und Optiker zu Gebote stehenden Prüfungsmethoden zur Genüge ausgehalten hat, hat auch seine spätere optische Untersuchung bei den Beobachtungen selbst zur beständigen Controle über seine Güte und zur Bestätigung der Brauchbarkeit gedient. Die Grössenverhältnisse des fertigen Glascylinders: Höhe 31 mm, Durchmesser 38 mm, sind auch bei den neu hergestellten Cylindern ungefähr beibehalten worden.

Um den Glascylinder zu orientiren, und zunächst die obere Fläche senkrecht zur Drehungsaxe zu stellen, bringt man das Fernrohr unter möglichst grossem Winkel gegen die Fläche und beobachtet das Spiegelbild etwa der Dachleiste eines entfernteren Hauses. Durch zweckmässige Benutzung der vier verticalen Correctionsschrauben kann man es schnell dazu bringen, dass beim Drehen der Verticalaxe das Bild keine Verschiebung gegen das Fadenkreuz erleidet. Die Empfindlichkeit dieser Methode lässt sich noch beträchtlich steigern, wenn man den Horizontalfaden des Fadenkreuzes und das Bild der sich von dem hellen Himmel scharf abhebenden Kante unter einem spitzen Winkel zu einander stellt und den schmalen Lichtkeil beobachtet. Diese Methode führt schnell zum Ziel, und leistet jedenfalls ebensoviel, als wenn man mit Benutzung eines Gauss'schen Oculares arbeitet. Es steht indess nichts im Wege, letzere Controle nachträglich anzuwenden und zwar mittels eines auf das Ocular schräg aufgesetzten Glasplättchens, das nachher wieder abzunehmen ist. Die jetzige Lage des Fernrohres giebt zugleich den Anfangspunkt der um 90° vermehrten Winkel i.

Um zu erkennen, ob die Axe des Cylinders mit der Drehungsaxe zusammenfällt, bedient man sich zweckmässig eines feinen, an den Bock angeklebten Zeigers und beobachtet den Lichtspalt zwischen diesem und dem Mantel. Man kann so schon zu einer ziemlichen Genauigkeit gelangen. Um die Orientirung zu einer vollkommenen zu machen, bringt man dicht hinter dem Cylinder eine Nadel an und beobachtet durch den Cylinder das Schlagen der Nadelspitze.

Es versteht sich von selbst, dass die beiden geschilderten Correctionen alternirend erfolgen müssen, um schliesslich zu einer vollkommenen Orientirung zu gelangen. Insbesondere ist auch Rücksicht auf die Nachwirkungserscheinungen zu nehmen. Wichtig für die spätere Beobachtung ist die genaue Lage der Planfläche. Ist dieselbe nicht genau senkrecht zur Axe, so macht sich dies bei der Behandlung isotroper Medien durch eine kleine parallele Verschiebung der Grenze

bemerkbar, sobald man die Verticalaxe dreht. Für die Berechnung des Brechungsindex freilich fällt der Einfluss dieses Fehlers heraus, wenn man das Mittel der um 180° auseinanderliegenden höchsten und niedrigsten Lagen nimmt.

Die Prüfung des Cylinders war eine doppelte. Zur Untersuchung diente ein kleines optisches Probeglas (rund) von etwa 6 mm Durchmesser ($n = 1{,}5136$). Dasselbe wurde unter Zugabe eines Tropfens Cassiaöl ($n = 1{,}58$) auf die Mitte der Planfläche gelegt. Man thut gut, hierbei nur sehr wenig Flüssigkeit anzuwenden und mit Fliesspapier die seitwärts hervortretende Flüssigkeit aufzusaugen, weil man sonst nicht sicher ist, ob die untere Fläche des Objectes wirklich parallel zur Planfläche des Cylinders ist. Zur Beleuchtung diente das homogene Licht der Natriumflamme. Vor der Flamme, welche etwa 1 m entfernt stand, war ein Schirm angebracht mit etwa fingerbreitem Ausschnitt. Die durch die Oeffnung hindurch gelangenden Strahlen wurden durch eine grössere Linse auf der oberen Fläche des Cylinders wieder vereinigt, und so die verticalen Begrenzungsflächen des Objectes beleuchtet. Kurze Zeit nach dem Auflegen (zur Ausgleichung von Temperaturdifferenzen) erschien die horizontale Grenze haarscharf und zeigte bei einer vollständigen Umdrehung des Cylinders nicht die geringste Wanderung nach oben oder unten.

Es bedarf wohl nur des Hinweises, dass die Reinigung des Objectes sowohl wie der Cylinderfläche eine äusserst sorgsame sein muss.[1]) Schon ein kleines Staubtheilchen kann die aufgelegte Fläche in eine mehr oder weniger schiefe Lage bringen, woraus mit Nothwendigkeit die Bewegung der Grenze folgt. Ueber das Vorhandensein von derartigen störenden Einflüssen giebt also die Beobachtung bei einmal orientirtem Cylinder sofort Aufschluss.

Die zweite Prüfung bezieht sich auf die Güte des Mantels. Es war zu befürchten, dass der Cylinder nicht genau gerade, wohl rund, aber von abwechselndem Durchmesser sei. Ist letzteres aber der Fall, so muss der Grenzstrahl auch unter veränderlichen Austrittswinkeln den Mantel verlassen, sofern eben bei einem Verschieben der kleinen Glasplatte der Strahl den Mantel an verschiedenen Stellen trifft. Der Cylinder hat auch diese Probe sehr wohl bestanden. Wurde das Fadenkreuz auf die Grenzlinie eingestellt und das Probegläschen vorsichtig auf der Oberfläche hin und her verschoben, so war auch hier keine Bewegung der Grenze sichtbar. Die Schärfe der Grenze bei grösseren, die ganze obere Fläche bedeckenden Objecten (Flüssigkeiten, grosse Prismenflächen) war ebenfalls ein Prüfungsmittel für den Mantel. —

Zur Bestimmung des Brechungsindex N des Glascylinders[2]) wurde ein im Physikalischen Institut befindliches grosses (Steinheil'sches) Prisma auf die mittels Monobromnaphtalin benetzte Oberfläche gelegt. Der Brechungsindex des Prismas war durch vielseitige und genaue spectrometrische Messungen hinlänglich bekannt zu $n = 1{,}61812$. Die Messung des Austrittswinkels i ergab als Mittel aus einer Reihe von Beobachtungen, bei welchen stets andere Theile des Kreises benutzt wurden, den Werth $i = 34°\ 43'$, woraus sich ableitet:

$$N_D = 1{,}7151.$$

Genau derselbe Werth ergab sich bei Benutzung von Quarz und Kalkspathpräparaten, deren Indices ja mit grosser Genauigkeit bekannt sind.

[1]) Hierzu empfiehlt sich am Besten alte, reine Leinewand.

[2]) Zu jedem Cylinder der neu hergestellten Instrumente ist ein von derselben Glassorte geschliffenes Prisma beigefügt.

Aus der Uebereinstimmung dieser bei verschiedenen Austrittswinkeln für N_D gefundenen Werthe lässt sich schliessen, dass merkliche locale Unregelmässigkeiten in der Mantelfläche des Cylinders nicht vorhanden sind. Ich habe indess den Cylinder nochmals sowohl durch Rechnung als auch durch mechanische Hilfsmittel auf seine genaue Cylinderform geprüft, da die Vermuthung nahe lag, dass der Cylinder nicht vollkommen gerade, sondern etwas conisch verlaufe. Nehmen wir für N_D einen um einige Einheiten der vierten Decimale abweichenden Werth als richtig an, so lässt sich der der Differenz entsprechende Oeffnungswinkel des Kegels berechnen. Die ausgeführte Rechnung hat aber zu einer Dickendifferenz an dem oberen und unteren Ende geführt, die in auffallender Weise würde zu Tage getreten sein und die selbst ein ziemlich grober Taster nachzuweisen im Stande ist. Ich nehme deshalb den angegebenen Werth $N_D = 1{,}7151$ als für den Glaskörper streng giltig an. Derselbe ist den Messungen zu Grunde gelegt.

Beobachtungen und Messungen. — Da es mir gegenwärtig nur darum zu thun ist, die allgemeine Anwendbarkeit meines Apparates auf feste und flüssige, isotrope und anisotrope Medien zu demonstriren, so werde ich mich darauf beschränken, nur einige wenige Messungen mitzutheilen, die übrigens sämmtlich in wenigen Stunden ausgeführt wurden. Die untersuchten Flüssigkeiten sind mit Ausnahme von Terpentinöl diejenigen, welche ich in diesem Sommer[1]) bei meinen Beobachtungen mit dem Kohlrausch'schen Totalreflectometer benutzt und für welche ich damals die Temperaturformeln gefunden habe:

α-Monobromnaphtalin: $n_D = 1{,}65850 - 0{,}00044\,(t - 16°{,}2)$
Aethylenbromid: $n_D = 1{,}53631 - 0{,}00055.5\,(t - 22°{,}5)$.

Die Neumessung hat nur sehr geringe Aenderungen ergeben.

Da die Beobachtung mit streifend einfallendem Lichte wegen des Contrastes zwischen Hell und Dunkel zu grosse Vortheile bietet, wurde, um diese Methode auch bei Flüssigkeiten zu ermöglichen, eine Glasröhre aufgekittet, die beiderseits offen, zur Aufnahme von Flüssigkeit und Thermometer bestimmt ist. Hat man nur geringe Flüssigkeitsmengen zur Verfügung, so greift man zweckmässig zu möglichst engen Röhren. Die Entleerung geschieht mittels feiner Pipetten.

In der folgenden Zusammenstellung der Flüssigkeiten ist die Uebereinstimmung mit den auf spectrometrischem Wege gefundenen eine vollkommene.

Flüssigkeit:	Temp. (Cels.)	i	n beobachtet	n spectrometr.	Diff.
α-Monobromnaphtalin	13°,6	25° 39′	1,6597	1,6596.4	— 0.6
Aethylenbromid	15,8	49° 4′	1,5399.5	1,5400.3	+ 0.8
	16,2	49° 5′	1,5398.5	1,5398.4	— 0.1
Terpentinöl*)	16,8	61° 23′	1.4735	—	—
	16,0	61° 20′	1,4738.8	—	—
	15,4	—	—	1,4738.3	—
	15,0	61° 18′	1,4740	—	—

*) Aenderung von n_D für 1° Cels. = 0,00047 nach Olds (Quincke).

[1]) Pulfrich. Ueber die Totalreflexion an doppeltbrechenden Krystallen. Neues Jahrb. für Min. u. s. w. Der Aufsatz wird demnächst erscheinen.

Bezüglich der Beobachtungsfehler sei noch bemerkt, dass ein Fehler von 1' in der Bestimmung von i einen Maximalfehler von einer Einheit der vierten Decimale für n nach sich zieht. Wie aus der kleinen Fehlertabelle ersichtlich, nimmt der Einfluss auf n für grössere und kleinere Winkel als 50° bedeutend ab. Unser Cylinder umfasst also Brechungsindices bis herunter zu 1,40. Mit einem Cylinder $N_D = 1{,}60$ würden alle Flüssigkeiten geringerer Brechbarkeit (Wasser, Alkohol u. s. w.) der Messung zugänglich werden.[1])

Fehlertabelle.

i	n_D	Δ_I
10°	1,7062.9	0,3
20°	1,6806.5	0,5
30°	1,6406.0	0,8
40°	1,5900.9	0,9
50°	1,5345.2	1,0
60°	1,4804.0	0,8
70°	1,4347.5	0,5
80°	1,4041.8	0,3

Ausser einigen Glassorten, deren Brechungsindices ebenfalls bekannt waren, erstreckte sich die Beobachtung auf die verschiedensten Krystalle. Ein Blick in das Fernrohr unter gleichzeitiger Drehung der Verticalaxe genügte, um zu erkennen, ob man es hier mit isotropen oder anisotropen, optisch ein- oder zweiaxigen Krystallen zu thun hat, und gab Aufschluss über die Lage der optischen

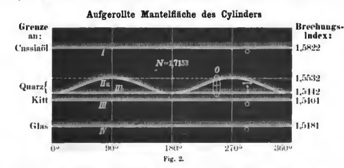


Fig. 2.

Axe bezw. Mittellinie. Besonders instructiv und die Wirkungsweise des Apparates recht veranschaulichend war die Beobachtung an **Quarz**, dessen extreme Indices so nahe zusammen liegen, dass das Gesichtsfeld beide Grenzen umfasst. Fig. 2 zeigt den aufgerollten Mantel des Cylinders und darin eingezeichnet die Grenzcurven für eine **Quarzplatte parallel der Axe** geschliffen[2]). Fig. 3 soll den Totaleindruck der Grenzcurven veranschaulichen, wie sich dieselben dem im Glase be-

[1]) Da der Cylinder als solcher erst für anisotrope Medien von besonderem Vortheil ist, so thut für Flüssigkeiten ein Prisma von 90°, dessen eine Fläche horizontal liegt, genau dieselben Dienste. — Speciell zu diesem Zwecke lässt sich das Instrument bedeutend einfacher herstellen und leistet so dem Chemiker, sofern es auf rasche und genaue Bestimmung von Brechungsindices von Flüssigkeiten ankommt, erhebliche Vortheile dem gewöhnlichen spectrometrischen Verfahren gegenüber. — [2]) Der Deutlichkeit halber sind die horizontalen Dimensionen im Verhältniss zu den verticalen stark verkürzt gezeichnet. D. Red.

findlich gedachten Auge vor einer unendlich ausgedehnten und ringsum beleuchteten Quarzplatte darbieten würden[1]).

Die Platte war mittels Canadabalsam an ein Glasplättchen festgekittet. Durch Drehen der Verticalaxe konnte man bei festgelegtem Fernrohr das Wandern der Grenzcurve *IIa*, welche dem veränderlichen, extraordinären Strahle des Quarzes entspricht, am Auge in continuirlicher Folge vorüberführen. Das in Fig. 2 eingezeichnete Oval *O* bezeichnet die ungefähre Grösse des Gesichtsfeldes. Die Curve *IIb* entspricht dem ordinären Strahl und bleibt constant.

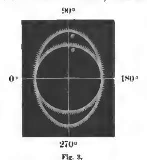


Fig. 3.

Zugleich ergab die Prüfung mit dem Nicol das abwechselnde Verschwinden der beiden Grenzen bei Drehungen desselben um 90°.

Ausser den Grenzcurven, welche dem Quarz eigenthümlich sind, traten noch auf: Die Grenzcurven für Cassiaöl (*I*, $n = 1{,}5822$), für den Kitt (*III*, $n = 1{,}5404$) und für das Glasplättchen (*IV*, $n = 1{,}5181$). Bei dem benutzten Präparate lagen zufällig die verschiedenen Schichten in stetiger abnehmender Folge der Indices übereinander. Sämmtliche Grenzen traten sehr scharf hervor; das ganze Gesichtsfeld war von parallel zu den Grenzen verlaufenden Interferenzstreifen durchzogen, oder besser von mehreren Systemen, deren erstes bei der Grenze *I* begann. Das Zusammenfallen der beiden Grenzen *IIa* und *IIb* für 0° und 180° war zugleich ein Beweis, dass die Quarzplatte genau parallel zur optischen Axe geschliffen war.

Eine senkrecht zur optischen Axe geschliffene Platte zeigte zwei constant bleibende Curven, ausser *IIb* noch eine in der Höhe der Berge gelegene gerade Grenze. Für Quarzplatten, die unter einem bestimmten Winkel gegen die optische Axe geschliffen waren, trat wieder eine Veränderlichkeit im Sinne der Curve *IIa* ein, doch so, dass die Annäherung an *IIb* mit dem wachsenden Parallelismus der Ebene zur optischen Axe stets zunahm. Für unsere Quarzplatte parallel der Axe erhielt ich:

ordinärer Strahl: $i = 48° 16'$, $n = 1{,}5442$
extraord. Strahl: $i = 46° 40'$, $n = 1{,}5532$,

während Rudberg die übereinstimmenden Zahlen 1,54418 und 1,55328 angiebt.

Um spätere Wiederholungen dieser Versuche an Quarz, wie überhaupt bei Krystallen, zu erleichtern, sei noch bemerkt, dass die Präparate am Vortheilhaftesten in kreisrunden Platten zu verwenden sind; dieselben werden in die mit Flüssigkeit zum Theil gefüllte Glasröhre hineingelegt. Hat man es mit viereckigen Platten zu thun, so wird die Erscheinung für diejenigen Azimuthe, für welche die Lichtstrahlen auf eine solche Ecke fallen, etwas getrübt und man muss unter gleichzeitiger Benutzung der Stellschrauben den Apparat hin und her verschieben, um schliesslich durch Probiren die günstigste Beleuchtung herauszufinden. Bei kreisförmigen Platten fällt dieser Uebelstand, welchen die Beleuchtungsart des streifend einfallenden Lichtes mit sich führt, natürlich fort.

Für eine senkrecht zur Mittellinie geschliffene Gipsplatte ($t = 16°{,}2$) erhielt ich wieder zwei Grenzen, von denen die obere ($\gamma = 1{,}5292$) constant blieb,

[1]) Vergl. Sénarmont, Pogg. Ann. **97.** S. 605. 1856.

die andere zwichen den Extremlagen $\beta = 1,5220$ und $\alpha = 1,5200$ hin und her wanderte. — Bei einer parallel zur optischen Axenebene geschliffenen Gipsplatte wurde die β entsprechende Grenze eine constante Gerade. Die andere Curve wanderte jetzt zwichen den Extremlagen α und γ hin und her. Die Einstellung auf die vier Durchschnittspunkte mit β und Ablesung am unteren Theilkreis ergaben für den optischen Axenwinkel direct 58°, denselben Werth, welchen V. v. Lang angiebt. Es ist hiermit die Anwendbarkeit des Apparates auch als Axenwinkelmessapparat für zweiaxige Krystalle dargethan.

Vorzüge des beschriebenen Totalreflectometers. — Aus dem Vorstehenden ist zu erkennen, dass sich das beschriebene Instrument durch Einfachheit, Bequemlichkeit und Schnelligkeit der Messungen auszeichnet. Von Totalreflectometern sind bekannt und vorzugsweise im Gebrauche die der Herren F. Kohlrausch, E. Abbe, R. Fuess, E. Wiedemann, C. Feussner und Anderen. Statt eines ausführlichen Vergleiches mit jedem einzelnen dieser Instrumente, hebe ich nur einige allgemeine Gesichtspunkte hervor.

Zunächst ist das lästige Ankleben der Präparate an Drehvorrichtungen, was bei einigermaassen grossen Objecten immer etwas misslich ist, und deren besondere Orientirung fortgefallen. Das beliebig geformte Object wird mit seiner angeschliffenen Fläche auf die ein für alle Mal orientirte Planfläche des Cylinders aufgelegt. Da sich der Cylinder mitsammt dem Object dreht, so fällt ferner jedes Schleifen des Objectes an der Glasfläche weg. Bei dieser Manipulation erleidet in der Regel Prisma oder Object, je nach Härte, Schiffbruch. Es ist das ein für das beschriebene Totalreflectometer bei werthvollen Objecten nicht zu unterschätzender Vortheil. Im Vergleich mit dem Kohlrausch'schen Apparat bleibt die Stellung der Beleuchtungsflamme immer dieselbe; — eine einzige Messung genügt, um den gesuchten Brechungsindex zu finden. Eine für jeden Cylinder aufgestellte Tabelle oder eine am Verticalkreis angebrachte empirische Theilung würde den Gebrauch des Instrumentes noch mehr erleichtern. Gleichzeitig participirt das Instrument an dem Vortheil, der das Prismenverfahren vor dem Kohlrausch'schen auszeichnet, nämlich einen grösseren Theilkreis anwenden zu können und mit geringen Flüssigkeitsmengen auszukommen. Die Zahl der Fehlerquellen der Messungen ist eine sehr geringe. Zudem ist der Beobachter im Stande, dieselben während der Beobachtung beständig zu controliren und zu eliminiren. Vor allen Dingen aber lassen sich die Erscheinungen der Totalreflexion in continuirlicher Weise verfolgen, was in dieser einfachen und übersichtlichen Form bei keinem der bisherigen Totalreflectometer möglich ist. —

Das dem beschriebenen Messinstrumente zu Grunde liegende Princip lässt sich auch leicht zur Herstellung eines Demonstrationsapparates verwenden, welcher die Erscheinungen der Grenzcurven der Totalreflexion an ein- und zweiaxigen Krystallen objectiv zur Anschauung bringt. Da diese Grenzcurven im innigsten Zusammenhange mit der Wellenfläche des Krystalles stehen und ein anschauliches Bild für die Lichtgeschwindigkeiten in der Krystallfläche selbst geben, so mag das Instrumentchen passend mit dem Namen Krystallrefractoskop bezeichnet werden.

Fig. 4 giebt eine Skizze dieses Apparates[1]), der sich namentlich durch Einfachheit und Billigkeit der Herstellung auszeichnet, und darunter zur Hälfte

[1]) Derselbe ist gleichfalls von Herrn Mechaniker M. Wolz in Bonn zu beziehen.

ein Bild der an einem parallel der optischen Axe geschliffenen Kalkspathkrystall auftretenden Grenzcurven, welches natürlich hinter der durch die glänzenden Farben einen prachtvollen Anblick gewährenden Wirklichkeit weit zurückbleibt. Die Buchstaben *r* (roth) und *v* (violett) sind zur Verdeutlichung der Reihenfolge, in der die Farben in den Spectralcurven auftreten, beigesetzt, *o* und *e* bezeichnen die Art der Brechung als ordinäre und extraordinäre.

C ist eine auf drehbarem Stativ ruhende und zur Aufnahme einer starkbrechenden Flüssigkeit bestimmte Glasröhre. Das untere Ende derselben ist verschlossen, das obere senkrecht zur Axe abgeschliffen. Auf der aufgekitteten dünnen Metallscheibe *M* mit kreisförmigem Ausschnitt in der Mitte ruht ebenfalls aufgekittet eine zweite Glasröhre *R*, die oben durch einen Deckel *D* verschliessbar ist. Die zu untersuchende Krystallplatte *K* bedeckt die Oeffnung der Metallscheibe *M* und ist ringsum von der stärker brechenden Flüssigkeit umgeben. Lassen wir nun, etwa von links her, Lichtstrahlen streifend in den Krystall eindringen, so projicirt sich ein beträchtliches Stück der Grenzcurve der Totalreflexion auf dem unter dem Apparat angebrachten weissen Papierschirm *L*. Das durch die Grösse der Oeffnung bedingte Lichtbündel tritt unter dem Grenzwinkel *s* in die Flüssigkeit ein und verlässt den Cylinder bei seinem Uebergang in Luft unter dem Austrittswinkel *i*. Beim Drehen des Apparates um seine verticale Axe ändert sich beständig die Lage des Grenzcurvenstückes, welches bei Benutzung von Sonnenlicht als breiter Farbenbogen sich darbietet, je nach dem Charakter der Krystalle und deren Flächen.

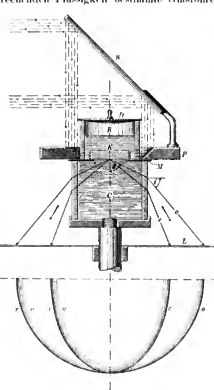


Fig. 4.

Für Kalkspath parallel der Axe geschliffen erhielt ich unter Einfüllung von α-Monobromnaphtalin etwa fingerbreite und prachtvolle Spectra von einer Curvenlänge von ungefähr 30 bis 40 cm, wenn der die Erscheinung auffangende Schirm in einer Entfernung von etwa 20 bis 25 cm gehalten wurde. Die Erscheinung umfasste etwa 40° der Totalcurve.

Auf eine peinliche Verdunkelung des Beobachtungszimmers kommt es bei dieser Beleuchtungsart gar nicht an; es genügt, die Blendläden soweit zu schliessen, dass ein schmales Lichtbündel von Sonnenstrahlen die obere Röhre trifft.

Das Experiment gelingt ebenso hübsch mit dem massiven Glascylinder. Die Erscheinung ist hier sehr rein.

Die in der Figur gezeichneten weiteren Apparattheile, wie Spiegel *S* und Metallplatte *P*, dienen dazu, die Grenzcurven in ihrer Totalität zu zeigen. Um von allen Seiten in den Krystall streifend einfallende Lichtstrahlen zu erhalten, ist die Messingplatte *P* auf der dem Krystall zugewandten Seite mit einem spiegelnden Conus von etwa 45° Neigung versehen. Die Conusfläche ist auf galvanoplastischem Wege vernickelt und dann polirt. Ein Heliostat wirft die Sonnenstrahlen auf den Spiegel *S*. Der Deckel *D* sowie die Metallplatte halten falsches Licht von der Papierscheibe ab.

Schärfe und Reinheit der Grenzcurven hängen natürlich von der Form der Krystallplatten und der Güte der unteren Cylinderröhre ab. Was die letztere betrifft, so genügt es für unseren Zweck, eine gut ausgewählte, blasenfreie Glasröhre zu benutzen. Die Krystalle sind am besten in kreisrunden, nicht zu dünnen Platten mit verticalen Begrenzungsflächen zu verwenden. Man vermeidet damit die bei unregelmässigen Krystallplatten auftretenden, durch Dispersion hervorgerufenen Farbencurven, welche die eigentliche Erscheinung der Grenzcurven verdecken und nichts mit diesen zu thun haben.

Um die entgegengesetzte Polarisation der Grenzcurven zu demonstriren, hält man unter den Cylinder in den Gang der Lichtstrahlen ein Nicol. Man kann damit abwechelnd das ordinäre wie das extraordinäre Farbenbild zum Verschwinden bringen.

Es erübrigt noch, einige Worte über die Spectra selbst zu sagen. Dieselben sind das Resultat von zwei Dispersionen, derjenigen der Flüssigkeit und der des Krystalles, sofern eben die Zu- oder Abnahme des Austrittswinkels *i* für Strahlen mit abnehmender Wellenlänge (λ) durch die Gleichung:

$$\sin i_\lambda = \sqrt{N_\lambda^2 - n_\lambda^2}$$

bedingt ist. Es kann deshalb vorkommen, dass *i* constant bleibt, oder auch, dass die Farbenfolge vollständig umgekehrt wird, wie ich letzteres für die meisten Flüssigkeiten bei Benutzung des massiven Glascylinders fand.

Wir haben es hier mehr mit einem Farbenspiel zu thun, das seinen Ursprung der verschiedenen Lage der Grenzcurve der Totalreflexion für wechselnde Wellenlängen verdankt; ein eigentliches Spectrum mit Fraunhofer'schen Linien stellt die Erscheinung nicht dar. Aber immerhin mag das beschriebene Instrumentchen als ein Demonstrationsapparat gelten, der die Erscheinung der Krystallrefraction in leichter und übersichtlicher Weise erkennen lässt und sich dem hübschen „Experiment über Doppelbrechung" von D. S. Stroumbo[1]) zur Seite ordnet. Das von Sénarmont[2]) schon vor 30 Jahren erstrebte Ziel, die Erscheinungen der Totalreflexion an Krystallen in ihrer Vollständigkeit überschauen zu können, ist somit durch das beschriebene Refractoskop erreicht worden.

Bonn, Ende October 1886.

[1]) Stroumbo, Compt. Rend. **101.** S. 505. — Repertorium der Physik. **22.** S. 58.

[2]) de Sénarmont. Pogg. Ann. **97.** S. 605.



Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Bleistiftschärfer für Registrirapparate.

Von Dr. **A. Leman** in Berlin.

Das in der vorangegangenen Abhandlung des Hrn. Prof. Seibt besonders betonte Bedürfniss, die zur Einzeichnung der Wasserstandscurve und der Basislinie dienenden Bleistifte gut centrisch anzuspitzen, wiederholt sich von Zeit zu Zeit bei allen Registrirapparaten, die mit allmälig sich abnutzenden Schreibstiften aus Graphit oder Metall versehen sind. Wenn diesem Bedürfnisse nun zwar auch unter Zuhilfenahme einer fein aufgeschlagenen Feile oder eines mit Schmirgelpapier überklebten schmalen Brettchens unschwer genügt werden kann, so gehört doch immer eine gewisse, durch Uebung zu erwerbende Handgeschicklichkeit dazu, auf diesem Wege nicht nur eine feine Spitze zu erzeugen, sondern diese auch mit der Axe des Stiftes zusammenfallen zu lassen. Der nachstehend abgebildete kleine Hilfsapparat verdankt seine Entstehung nun zwar nicht eigentlich der Absicht, obigen Zweck zu erfüllen, sondern wurde von mir versuchsweise



nur hergestellt, um das am Zeichentische durch seine Häufigkeit lästige Anspitzen der Bleistifte möglichst bequem zu machen. Da derselbe bei etwa einjährigem unausgesetztem Gebrauch sich aber nicht allein dafür ganz vortrefflich bewährt hat, sondern auch bei überaus einfacher Handhabung das Centriren gewissermassen automatisch bewirkt, so möchte ich glauben, dass derselbe manchem Besitzer eines Registrirapparates der obigen Art recht willkommen sein dürfte. Das Instrumentchen besteht im Wesentlichen aus zwei gleichen, etwa 12 bis 15 cm langen und 2 cm dicken cylindrischen Walzen, deren Mantelflächen mit nicht zu feiner Schmirgelleinewand (von den im Handel gebräuchlichen Sorten eignet sich die zweitgröbste Nummer am Besten) überklebt sind. Die Walzen liegen mit ihren Axen einander parallel dicht nebeneinander, dürfen sich aber nicht vollständig berühren, sondern müssen einen schmalen Spalt von etwa $^1/_4$ mm Breite zwischen sich lassen. Ist ein solcher nicht vorhanden, so klemmt sich die feine Bleistiftspitze leicht zwischen den rauhen Flächen und bricht wiederholt ab. Auch ist erforderlich, dass die Flächen selbst nicht vollkommen starr sind, sondern eine, wenn auch nur geringe Spur von Elasticität besitzen. Bei dem von mir eigenhändig ganz aus Papier bezw. Pappe hergestellten Exemplar ist dies dadurch erreicht, dass die Walzen selbst in der durch die Figur veranschaulichten Weise ziemlich dünnwandig hohl hergestellt sind. Anfänglich wurden dieselben, nachdem ihre Enden zur Hervorbringung des erwähnten Zwischenraumes durch Umkleben je eines schmalen Streifens Cartonpapier mit einem etwas über die Mantelflächen überstehenden Rande versehen worden waren, einfach durch einen um die beiderseits etwas vorstehenden zapfenartigen Enden ihrer Axen geschlungenen Faden mit einander verbunden, was auch für den eigentlichen Zweck völlig genügte; das Kästchen, worin sie jetzt gelagert sind, wurde erst später hinzugefügt, um das Graphitschabsel aufzunehmen und vor dem Verstreutwerden zu bewahren. Die Zapfen sind in die viereckigen Einschnitte der kleinsten Seiten des Kästchens so fest eingedrückt, dass die Walzen nicht herausfallen und sich auch nicht drehen können.

Beim Gebrauch wird der Bleistift in ziemlich schräger Richtung mit sanftem Druck zwischen den Walzen gestrichen und dabei zwischen dem haltenden Daumen und Zeigefinger fortwährend hin und her gewirbelt; solange der Schmirgelüberzug noch neu ist, empfiehlt es sich beim Streichen gegen die Spitze mit dem Druck ganz nachzulassen; hat sich dagegen der Ueberzug schon stark mit Graphit vollgesetzt, so ist es, wie

ich durch die Erfahrung belehrt worden bin, vortheilhafter, umgekehrt zu verfahren, d. h. nur beim Bewegen gegen die Spitze aufzudrücken. Nach längerem Gebrauch werden die Walzen herausgenommen, abgeklopft und in etwas gedrehter Lage wieder eingedrückt, damit neue Stellen des Ueberzuges zur Wirkung kommen können. Ist die aufgeklebte Schmirgelleinewand von guter Qualität, so werden eigentlich nur die gröbsten Körnchen losgerissen und die schleifende Wirkung lässt nur in Folge des Vollsetzens der Zwischenräume allmälig nach. Durch die Erschütterungen beim Gebrauch neuer Stellen fällt aber allmälig das Graphitmehl aus den früher benutzten wieder heraus, so dass diese scheinbar abgenutzten Stellen später wieder ganz gut zum zweiten und dritten Male zu benutzen sind. Bei meinem Exemplar hat der Ueberzug trotz fast täglicher wiederholter Benutzung noch nicht erneuert zu werden brauchen. Will man die Walzen thunlichst schonen, so wird man ganz abgebrochene Bleistifte natürlich erst mit dem Messer etwas vorspitzen, durchaus erforderlich ist dies aber nicht. Nach geringer Uebung gelingt es auf diese Weise, sehr schlanke, genau conische und centrische Spitzen zu erzeugen; dieselben sind aber in der Oberfläche etwas rauh, daher nicht immer ganz nadelscharf und auch etwas leicht zerbrechlich. Ich pflege sie deshalb gewöhnlich vor dem Gebrauch noch durch wirbelndes Streichen auf einem Stück nicht ganz glatten Papieres, am Besten Druckpapier, rasch zu poliren, wodurch auch die Widerstandsfähigkeit gegen die Abnutzung beträchtlich vergrössert wird.

Bei dieser Gelegenheit will ich noch ein Paar Worte über die Bleistifte selbst hinzufügen. Die ohne Holzfassung, gewöhnlich in Schächtelchen zu einem halben oder ganzen Dutzend käuflichen sogenannten Minen, die in Schraubhülsen eingeschraubt werden, sind im Material weit schlechter als die Graphitkerne der gewöhnlichen holzgefassten Bleistifte bester Qualität. Dies liegt wahrscheinlich an einem stärkeren Zusatz von Bindemittel, den die ersteren der grösseren Haltbarkeit wegen bekommen, der sich aber beim Gebrauche durch eine gewisse Zähigkeit sehr störend bemerklich macht, namentlich bei den härteren Nummern beim Zeichnen auf Rollenpapier. Bei einiger Vorsicht gelingt es aber sehr gut, aus den Holzbleistiften den Graphitkern, ohne ihn dabei zu zerbrechen, herauszuschälen. Man kann ihn dann ebenfalls in der Schraubhülse, die einerseits das lästige Anschneiden des Holzes erspart und andrerseits auch kurze Stückchen noch einzuspannen gestattet, weiter verwenden. Bei den guten Bleistiften ist er zwar selbst sechskantig, doch hindert dies durchaus nicht, ihn ganz festzuschrauben.

Die freie Schwerkraft-Hemmung der Normal-Stern-Uhr zu Princeton N. J.

Von Mechaniker **D. Appel** in Cleveland, Ohio U. S. A.

Vor einigen Jahren liess Prof. C. A. Young an einer für das *Princeton-Observatory* bestimmten Stern-Uhr nach seinen Angaben von der Howard Clock Co. eine sehr ingeniöse Schwerkraft-Hemmung ausführen, welche so genau functionirt, dass die Uhr seit ihrer Aufstellung als Grundlage aller astronomischen Arbeiten dient. Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich nur auf die Hemmung. Der Zweck der kunstreichen Einrichtung ist, dem Pendel in der Mitte seines Schwingungsbogens durch die Schwere allein, unabhängig vom Räderwerk, einen Antrieb zu ertheilen, so dass es während des Restes seiner Schwingung absolut frei ist von allem Widerstand und jeder Störung.

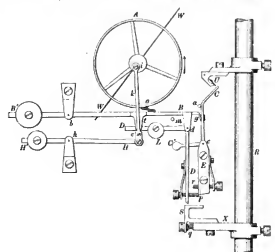
Die beigefügte Figur beabsichtigt weniger die Einzelheiten der Construction, als vielmehr das Princip der Hemmung darzustellen. Sie ist der Deutlichkeit wegen nur schematisch gezeichnet und der besten Form der einzelnen Theile ist keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt worden. Es ist vorausgesetzt, dass sich der Beobachter hinter der Uhr befindet.

In der gezeichneten Stellung arretirt der Sperrhebel $B'B$, drehbar bei b, das Hemmungsrad A, welches für jeden Antrieb einen vollen Umlauf macht, bei o, und ist



selbst gefangen und vor dem Herabfallen gesichert bei g durch den Vorfallhebel $C'C'$, welcher sehr empfindlich bei c gelagert ist und sich gegen den justirbaren Stift a lehnt.

Das Pendel R ist dargestellt, wie es sich von der Linken her der Verticalen nähert. Der Auslöser U, ganz ähnlich der Sperrklinke des gewöhnlichen Chronometers, ist eben im Begriffe, das obere Ende des Vorfallhebels zu berühren. Indem sich das Pendel noch weiter bewegt, schiebt der Auslöser den Vorfallhebel nach rechts und



gleitet darauf über ihn hinweg, so dass derselbe völlig frei wird; bevor dies jedoch geschieht, wird der Sperrhebel $B'B$ bei g ausgelöst und fällt, theilweise durch das Gewicht B' entlastet, auf den festen Stift m.

Indem er fällt, nimmt er den Antriebhebel DD, drehbar bei d und belastet mit dem Gewicht L, mit sich. Inzwischen hat sich der Winkel S, am Arme X durch die Schraube q justirt, so weit nach rechts bewegt, dass das untere Ende des Antriebhebels während des Fallens zur Linken von S herabsinkend, eben passiren kann; sobald nun die Schraube p von dem Stein am unteren Ende des festen Trägers E, gegen den sie sich bislang stützte, abgleitet, wird das untere Ende des Antriebhebels augenblicklich unter der Wirkung des Gewichtes L nach rechts gehen und gegen S drückend dem Pendel einen Stoss oder Antrieb ertheilen, welcher so lange dauert, bis der Antriebhebel sich gegen die Schraube r lehnt.

Im Augenblick der Befreiung von p wird der Zahn des Hemmungsrades bei o ausgelöst und das Rad beginnt seinen Umlauf. Der Windflügel WW ist so justirt und seine Form so gewählt, dass der Umlauf nahezu $^{7}/_{8}$ Secunden dauert.

Indem sich das Rad dreht, senkt der Kurbelzapfen i noch für einen Augenblick die Kurbelstange k und mit ihr den Stift e am unteren Ende. Dieser Stift greift unter den Antriebhebel DD; sobald inzwischen der Antrieb beendet ist, beginnt der Stift e sich zu heben und auf das Ende des Hebels DD zu wirken. Er wird zuerst L heben, bis p genügend zurückgezogen ist, um E zu passiren; dann erreicht e den Vorsprung t am Sperrhebel $B'B$, wirkt gleichzeitig auf diesen und hebt $B'B$, den Antriebhebel, und die an diesem hängenden Theile noch weiter mitnehmend, bis etwas über die angegebene Stellung hinaus, um dem Vorfallhebel $C'C$ zu gestatten, durch die Wirkung des Gewichtes C' seine Stellung wieder einzunehmen. Wenn der Kurbelzapfen i seinen oberen todten Punkt passirt hat, wird $B'B$ sanft herabgelassen auf den Ruhestein m und

das Hemmungsrad wird weiter laufen, bis sein Arretirzahn wieder in die Stellung gebracht ist wie in der Figur.

Der Hebel $H'hH$ führt das untere Ende der Kurbelstange k, und das Gewicht H' ist so justirt, dass seine Wirkung fast der während der beiden halben Umläufe des Hemmungsrades aufgewandten Arbeit gleichkommt.

Indem das Pendel nach links zurückkehrt, gleitet der Auslöser U über das äusserste Ende des Vorfallhebels ohne merklichen Widerstand und der Kreis ist vollendet. Das Pendel ist demnach während seiner ganzen Schwingung vollkommen frei, ausgenommen den einen Augenblick, wenn es die Ruhelage passirt.

Referate.

Apparat zur volumetrischen Stickstoffbestimmung.

Von A. Sonnenschein. *Zeitschr. f. analytische Chemie. 25. S. 371.*

Zum Auffangen des Stickstoffes bei Stickstoffbestimmungen nach Dumas schlägt der Verfasser ein calibrirtes U-Rohr vor, dessen Schenkel dicht nebeneinander liegen und dessen nach unten gekehrte Mündungen in eine kleine, mit einer Handhabe versehenen Schale tauchen. Die kleine Schale steht in einer grösseren, die mit Natronlauge gefüllt ist. In dem einen, 15 mm weiten Schenkel treten die aus dem Verbrennungsrohr kommenden Gase ein. Das Ende des anderen, 8 mm weiten Schenkels ist etwas umgebogen; in die Oeffnung wird eine Pipette eingesetzt, um das U-Rohr mit Natronlauge zu füllen oder die bei Beginn der Analyse oben sich ansammelnde Luft abzusaugen.

Wgsch.

Ueber den Zusammenhang zwischen elastischer und thermischer Nachwirkung des Glases.

Von Dr. G. Weidmann. *Wied. Annal. N. F. 29. S. 214.*

Verf. theilt nach kurzer Literaturübersicht zunächst die Untersuchungen mit, die er an einer Reihe äusserst verschiedener Glassorten aus dem Glastechnischen Laboratorium zu Jena über den qualitativen Zusammenhang zwischen elastischer und thermischer Nachwirkung angestellt hat. Dazu wurden die nach Biegung während einer Belastungsdauer von 10 Min. hervorgebrachten Nachwirkungsdeformationen einerseits unter einander verglichen, andererseits mit den durch die Kaiserl. Normal-Aichungs-Commission bestimmten Maximaldepressionen des Nullpunktes an Thermometern aus denselben Glassorten; letztere bildeten das Maass für die thermische Nachwirkung. Durch Einführung einer von Herrn Prof. Abbe gelegentlich benutzten Definition der elastischen Nachwirkung als eines Quotienten, nämlich als „die zu einer bestimmten Zeit nach dem Entspannen noch verbleibende Entfernung von der ursprünglichen Gleichgewichtslage, dividirt durch die anfängliche Entfernung von derselben" ergaben sich zunächst für die elastische Nachwirkung nach Biegung folgende Gesetze: 1) Die elastische Nachwirkung nach Biegung ist bei gleicher Belastungsdauer und constanter Temperatur unabhängig a) von der Grösse der vorangegangenen Biegung, b) von den Dimensionen des benutzten Materiales. 2) Die elastische Nachwirkung des Glases nimmt mit erhöhter Temperatur zu.

Ferner ergab sich, dass alle Glassorten von geringer thermischer Nachwirkung, d. h. solche, bei denen die Maximaldepression des Nullpunktes der aus ihnen hergestellten Thermometer die Grösse von 0,1° nicht übersteigt, auch geringe elastische Nachwirkung, oder — sofern diese grosse Anfangsbeträge zeigt — doch rasch verlaufende elastische Nachwirkung haben. Andererseits zeigten Gläser mit grosser thermischer Nachwirkung auch sehr langsam verlaufende elastische. Damit war der Zusammenhang zwischen elastischer und thermischer Nachwirkung nachgewiesen: Elastisch gutes bezw. schlechtes Glas ist auch thermisch gutes bzw. schlechtes und umgekehrt. Zugleich gestatteten die erhaltenen Resultate auch einen Schluss auf die Abhängigkeit der elastischen Nachwirkung von der

chemischen Zusammensetzung. Kali-Natronglas hat viel erheblichere und langsamer verlaufende elastische (wie auch thermische) Nachwirkung als reines Kali bzw. Natronglas, doch scheint die elastische Nachwirkung bei reinem Kaliglas geringer zu sein als bei reinem Natronglas.

Um auch quantitative Vergleichbarkeit beider Nachwirkungen zu ermöglichen, wollte Verf. die an sehr empfindlichen Thermometern durch Erhitzen des Thermometers hervorgebrachte thermische Nachwirkung mit der durch Druck mit Hilfe des Piezometers auf die Quecksilbersäule des offenen Thermometers und damit auf das Quecksilbergefäss hervorgerufenen elastischen Nachwirkung vergleichen. Wenn auch trotz der Feinheit dieser Methode die angestellten Versuche nicht zu dem gewünschten Resultate führten, so ergaben sie doch ein für die elastische Nachwirkung interessantes Resultat. Sie machten es wahrscheinlich, dass die elastische Nachwirkung nach verschiedenartiger Deformation (Biegung, Druck, Torsion) unter denselben Bedingungen nahezu gleich ist. — Zum Schluss prüft Verf. noch die Formeln der elastischen Nachwirkung von F. Kohlrausch und Boltzmann durch Anwendung auf die erhaltenen Resultate. *Wdn.*

Bestimmung der Constante für die elektromagnetische Drehung der Polarisationsebene des Natriumlichtes in Schwefelkohlenstoff.

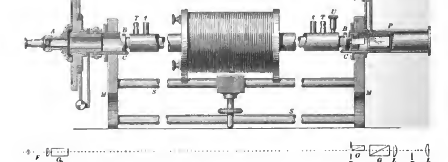
Von Dr. A. Koepsel. *Ann. d. Phys. u. Chem. N. F.* **26**. *S. 456.*

(Vom Verfasser eingesandt.)

Da die Bestimmungen, welche bisher von dieser Constante gemacht worden waren, noch nicht genügende Uebereinstimmung zeigten, so unternahm Verf. auf Wunsch des Herrn Geheimrath v. Helmholtz eine neue Bestimmung derselben und zwar durch directe Vergleichung mit dem Silbervoltameter.

Der hierbei verwendete Apparat war ein Lippich'sches Halbschatten-Polarimeter, welches in der optischen Werkstatt von Fr. Schmidt & Haensch angefertigt wurde und dessen Einrichtung folgende war:

An zwei starken Metallplatten *MM*, die durch vier massive Messingstangen *S* von ungefähr 1,5 cm Durchmesser und 1 m Länge verbunden waren, war einerseits der Polarisator *P*, andererseits der Analysator *A* mit dem Theilkreis befestigt, welch letzterer gestattet, die Drehungen mittels Nonius und Lupe bis auf 0,01° abzulesen.



Der Polisator *P* war folgendermaassen construirt. In der Fassungsröhre desselben befanden sich zwei Glan'sche Prismen hintereinander liegend, *G*, *G*; das eine von beiden war seitlich verschoben, und zwar so, dass seine Endfläche diejenige des anderen, dessen Längsaxe mit der Röhrenaxe zusammenfiel, zur Hälfte deckte; letzteres war drehbar um seine Längsaxe, durch welche Einrichtung eine variable Neigung der

Hauptschnittebenen ermöglicht wurde. Hierdurch erreicht man den Vortheil einer veränderlichen Empfindlichkeit. Ferner enthielt die Fassungsröhre ein Linsensystem $L\,L$, welches bestimmt war, die einfallenden Lichtstrahlen parallel zu richten, sowie zwei seitlich verschiebbare Diaphragmen D, deren eines mit einer Platte von doppeltchromsaurem Kali versehen war, um, wenn nöthig, das Licht dadurch homogener zu machen. Als Analysator diente ebenfalls ein Glan'sches Prisma G_a, mit einem Galilei'schen Fernrohr F.

Für die genaue Kenntniss dieser und ähnlicher Apparate verweise ich auf die Abhandlungen von F. Lippich: Ueber ein Halbschattenpolarimeter[1]) und: Ueber polaristrobometriche Methoden[2]), und von H. Landolt: Neuerungen an Polaristrobometern.[3])

Die beiden Röhren, welche das optische System enthielten, gingen durch die Metallplatten $M\,M$ hindurch und ragten auf den inneren Seiten derselben noch drei bis vier Centimeter darüber hinaus; hier waren sie schräg abgeschnitten, so dass auf die dadurch gebildeten cylindrischen Theile C die Röhre, welche den Schwefelkohlenstoff enthielt, mit ihren Enden aufgelegt werden konnte. Die aufschraubbaren Deckel B der letzteren hatten einen ebenso grossen Durchmesser wie die Oeffnung der Fassungsröhre des optischen Systems, so dass die Axe der Röhre mit der des optischen Systems zusammenfiel.

Die Röhre selbst war aus Messing angefertigt, 1 m lang und ihrer ganzen Länge nach von einem weiteren Messingrohr umgeben, welches zur Wasserspülung diente; dieses hatte an den Enden je zwei Ansätze T, t, von denen die einen T zum Zu- und Abfluss des Wassers dienten, die anderen, etwas weiteren t, zur Aufnahme von Thermometern bestimmt waren, welche die Temperatur des Kühlwassers anzeigen sollten. An den Enden war die Röhre sorgfältig senkrecht zur Axe abgeschliffen, und an diese Schliffflächen wurden mittels der aufschraubbaren Deckel B dünne planparallele Glasplatten mit Hilfe von Gummiringen nicht zu fest angepresst. Ausserdem trug die Röhre am Ende einen ebenfalls verschraubbaren trichterförmigen Ansatz U, welcher durch die Spülröhre hindurch mit dem innersten Hohlraum in Verbindung stand. Dieser Ansatz hatte erstens den Zweck, etwa bei der Füllung zurückgebliebene Blasen durch Nachfüllen zu beseitigen, und zweitens ein etwaiges Springen der Röhre, durch Ausdehnung des Schwefelkohlenstoffes, zu verhüten, indem über der Flüssigkeitsoberfläche im Trichter immer noch eine Luftblase sich befand, deren Luft also bei zu starker Ausdehnung des Schwefelkohlenstoffes nur ein wenig comprimirt wurde.

Zur Erzeugung des Natriumlichtes, welches bei hoher Empfindlichkeit des Apparates eine bedeutende Intensität haben muss, diente die Landolt'sche Natriumlampe, deren genaue Beschreibung man in dieser Zeitschrift 1884 S. 390 findet. Diese Lampe hat sich als sehr zweckmässig, bequem und zuverlässig erwiesen.

Die Drahtrolle, welche zur Erzeugung eines intensiven magnetischen Feldes dienen sollte, wurde nach meinen Angaben von dem Mechaniker des hiesigen physikalischen Institutes auf das Sorgfältigste gewickelt. Sie erhielt 5250 Windungen zweier 1 mm starken Drähte, welche parallel nebeneinander gewickelt wurden. Der Draht war sorgfältig mit Seide übersponnen und wurde vor dem Wickeln noch mit Schellackfirniss überzogen, und zwar so, dass dieser Ueberzug beim Aufwickeln schon völlig trocken war. Auf diese Weise wurde eine besondere Isolirung der einzelnen Lagen, etwa durch zwischengelegtes Papier oder Guttapercha, unnöthig, und es wurde dadurch erreicht, auf einen möglichst kleinen Raum möglichst viel Windungen mit minimalem Widerstande zu bringen; auch erlangt man hierdurch den Vortheil, dass der Ausdruck für den Correctionsfactor eine einfachere Form erhält, indem auf die Einheit der Länge der Rolle nahe ebenso viel Windungen kommen, wie auf die des Durchmessers.

---

[1]) F. Lippich, Naturwiss. Jahrb. „Lotos". N. F. 2. Prag 1880. Diese Zeitschr. 1882 S. 167.
[2]) F. Lippich, Wien. Ber. 1882 Febr.-Heft, 1885 Mai-Heft. Diese Zeitschr. 1886 S. 144.
[3]) H. Landoldt, diese Zeitschr. 1883 S. 121. Beibl. z. Wied. Ann. 7. S. 863.

Die Endscheiben der Rolle waren kreisrunde Platten aus Buchsbaumholz von solchem Durchmesser, dass, wenn sie auf den oben erwähnten Stangen S anlagen, die Axe der Röhre mit derjenigen der Rolle zusammenfiel. Der innere Durchmesser der letzteren war so gewählt, dass die Rolle das Spülrohr eng umschloss; um nun die gefüllte Röhre durch die Oeffnung der Rolle hindurchzubringen, war der eine der Deckel B bis auf die Grösse des Durchmessers der Oeffnung etwas conisch abgedreht; das abgedrehte Stück wurde durch einen abnehmbaren, innen conischen Ring ergänzt, welcher nachträglich wieder aufgesetzt wurde. Aus demselben Grunde waren die Tuben an der Spülröhre in letztere eingeschliffen und konnten also ebenfalls mit Leichtigkeit entfernt werden.

Da die Rolle ein ziemlich beträchtliches Gewicht hatte, so wurde, um die Durchbiegung der Messingstangen und eine dadurch herbeigeführte Verschiebung der Axen des optischen Systems und Durchbiegung der Messingröhre zu verhindern, in der Mitte unter der Rolle eine durch Schraube verstellbare Stütze angebracht.

Zum Messen der Stromstärke diente das Silbervoltameter Poggendorff'scher Form mit Platintiegeln und cylindrischen Anoden aus chemisch reinem Silber. Die Gewichtsbestimmungen geschahen mit einer Schickert'schen Waage und einem Quarzgewichtssatz, dessen 50-Grammstück von der Kaiserlichen Normal-Aichungscommission geaicht war. Die Temperaturbestimmungen wurden mit einem Fuess'schen Normal-Thermometer und die Zeitbestimmungen mit einer gut gehenden Taschenuhr gemacht, welche von Zeit zu Zeit mit einer Normaluhr verglichen wurde.

Die grösste Schwierigkeit, welche zu überwinden war, bestand darin, die Schlierenbildung des Schwefelkohlenstoffes zu verhindern, die sich schon bei Temperaturdifferenzen von unter 0,1° C. störend bemerkbar machte. Am zweckmässigsten fand Verf. eine Wasserspülung mit Wasser von Zimmertemperatur, wobei die Differenz zwischen Wasser- und Zimmertemperatur möglichst klein gemacht und ausserdem die Spülröhre dicht mit Watte umhüllt werden musste. Die Erwärmung durch die Drahtrolle war unbedeutend.

Der Correctionsfactor des Apparates ergab sich zu:

$$C = 0{,}99772,$$

so dass, wenn R die durch den Strom J hervorgebrachte Drehung bezeichnet und α die durch die Stromeinheit einer der N Windungen bewirkte Drehung eines unendlich langen Lichtstrahles ist,

$$\alpha = \frac{R}{4\pi JNC}.$$

Es wurden im Ganzen 22 Versuche gemacht und eine angestellte Fehlerrechnung ergab als wahrscheinlichen Fehler des Resultates:

$$\Delta\omega = 0{,}02\%.$$

Als Endresultat der Constante für die Drehung der Polarisationsebene eines unendlich langen Strahles von Natriumlicht in Schwefelkohlenstoff für die Einheit des magnetischen Feldes bei 18° C. fand Verf.:

$$\alpha = 0'{,}0419913 \pm 0'{,}0000078\ t.$$

Lord Rayleigh fand für dieselbe Temperatur $\alpha = 0{,}042002$. Beide Angaben weichen um 0,025% von einander ab.

Bezüglich der mit dem Silbervoltameter erhaltenen Resultate verweist Verf. auf die Abhandlung in *Wied. Ann. N. F. 26. S. 475* „Ueber die Genauigkeit des Silbervoltameters“.

Ueber die Anfertigung von Objectiven für Präcisionsinstrumente.

Von L. Laurent. *Compt. Rend. 102. S. 545*

In dieser neuen Publication (vergl. über die früheren diese Zeitschrift 1883 S. 292. 1885 S. 322.) bringt der Verf. für deutsche Leser weniger des Neuen als in den früheren; die hier mitgetheilten Methoden, ebenso wie die meisten früheren, sind für

Objective bestimmt, die das mittlere Maass nicht überschreiten, Objective für Präcisionsinstrumente, wie der Verf. selbst angiebt. Wenn man indess berücksichtigt, dass alle diese Mittheilungen keine blossen Vorschläge sind, sondern Resultate der Praxis, welche die Probe der Anwendbarkeit im Werkstattsgebrauch überstanden haben und dass sie sämmtlich auf das lobenswerthe Ziel hinstreben, die praktische Optik auf möglichst festen rationellen Boden zu stellen und alles Probiren aus ihr zu entfernen, so wird man die rückhaltlosen Mittheilungen des rühmlichst bekannten Verfassers mit Dank begrüssen. Verfasser bespricht in der vorliegenden Abhandlung die Methoden, nach denen 1. die genaue Sphäricität und 2. die Centrirung der Linsenfläche zu prüfen sind. Was ersteren Punkt betrifft, so ist seine Methode die Fraunhofer'sche, d. h. die der Newton'schen (nicht Fizeau'schen) Ringe. Die besondere Anordnung, die er zu diesem Zwecke trifft, hat den Effect, dass man die vorhandenen Fehler in ihrer wahren Grösse sieht. Dies dürfte aber kaum nöthig sein. Es genügt, die aufeinandergelegten Linsen mit blossem Auge zu betrachten. Man sieht auch dann, an welcher Stelle Fehler vorhanden sind, in welchem Sinne sie liegen und von welcher Grösse sie ungefähr sind; man erkennt endlich ebenso sicher das Freisein von Gestaltfehlern. Für die Praxis ist dies hinreichend. Die Laurent'sche Anordnung kommt im Wesentlichen mit derjenigen von Prof. Abbe überein, welche Ref. in dieser Zeitschrift 1885 S. 149 besprochen hat.

Die Methode, nach der Laurent die Centrirung prüft, scheint Ref. nicht sehr glücklich disponirt zu sein. Verf. legt die auf der einen Seite polirte, auf der anderen Seite geschliffene und am Rande vorläufig rundgedrehte Linse schräg auf einen geeignet gebauten Schemel. Mit dem Rande stützt sie sich gegen zwei Pflöcke; mit der Fläche liegt sie auf drei Kuppen auf. Eine Elfenbeinspitze liegt der anderen Fläche mit ganz schwachem Drucke an und ist durch einen Winkelhebel mit einem Spiegel in Verbindung. Letzterer wird durch ein Fernrohr mit Gauss'schem Ocular beobachtet. Lässt man die Linse um ihre eigene Axe rotiren, so sieht man im Fernrohr an der Bewegung des reflectirten Fadenkreuzes, an welcher Stelle Centrirungsfehler in der Linse vorhanden, und von welcher Grösse dieselben sind. Einen Mangel des Apparates erblickt Ref. erstens in der unsicheren Lagerung der Linse, namentlich aber darin, dass von der Prüfung der Centrirung bis zu ihrer Correction jedesmal der weite Weg liegt, dass man die Linse auf die Drehbank zu bringen hat. In Deutschland verfährt man darin rationeller, indem man die Linse direct, während sie auf der Drehbank aufgefuttert ist, gegen diese centrirt, dann erst abdreht, und diesen Prozess eventuell wiederholt, bis kein Fehler mehr sichtbar ist.

Zur Prüfung des fertigen Objectivs will sich Verf. seines „Focometers“ mit bestem Erfolge bedient haben, d. h. der Methode der Autocollimation. *Cz.*

Ein Photometrirstativ für Glühlampen.

Von Dr. C. Heim. *Elektrotechn. Zeitschr.* **7.** *S. 384.*

Verfasser theilt die Construction eines Stativs mit, das in einfacher Weise die zu photometrirenden Glühlampen auf der Photometerbank anzubringen gestattet und der Bedingung entspricht, die Lampe so bewegen zu können, dass die Ebene des Kohlenfadens jede beliebige Neigung zur Axe des Photometers erhalten kann und letztere die Fadenebene dabei stets in einem und demselben Punkte der den Faden in zwei symmetrische Hälften theilenden Mittellinie, etwa in der Mitte derselben schneidet.

Ein mit Blei beschwertes Fussbrett, das in die Photometerbank passt, trägt eine Messinghülse, in welcher ein cylindrisches Rohr vertical verschoben und in beliebiger Stellung festgeschraubt werden kann. Das Rohr endigt oben in ein vertical durchbohrtes Messingstück, mit welchem ein horizontaler Theilkreis fest verbunden ist; in die Durchbohrung passt ein kleiner drehbarer und mittels einer Schraube festklemmbarer Zapfen, der oberhalb des Kreises ein conisches Stück trägt, mit welchem einerseits ein auf der Theilung spielender Zeiger, andererseits ein nach oben gekrümmter Arm verlöthet ist. An dem oberen Ende dieses Armes ist in derselben Weise wie beim Horizontalkreise

eine horizontale Messinghülse und mit dieser fest verbunden der Verticalkreis angebracht; durch die Bohrung der Messinghülse geht ein drehbarer und in beliebiger Stellung festklemmbarer Zapfen, der an seinem äusseren Ende den über der Theilung des Verticalkreises spielenden Zeiger und an seinem inneren Ende einen verticalen Stab trägt, mit welchem die verschiebbare Fassung für die zu photometrirende Glühlampe verbunden ist. Die Lampe kann also zunächst in verticaler Richtung um den Verticalkreis bewegt werden und ist dann noch mit diesem und dem ihn tragenden bogenförmigen Arm um den Horizontalkreis drehbar. Ist dann die Lampe so in ihrer Fassung justirt, dass die oben definirte Mitte der Fadenebene in dem Schnittpunkte der auf den Mitten der Theilkreise errichteten Normalen sich befindet und dieser Punkt durch verticale Verschiebung des den Horizontalkreis tragenden Rohres in die Photometeraxe gebracht, so sieht man leicht, dass die oben erwähnte Bedingung erfüllt ist. — Die Theilkreise tragen eine grobe Theilung von 5 zu 5°, oder von 10 zu 10°. Der die Lampe haltende Arm muss entweder in mehreren Exemplaren vorhanden sein, deren jedes eine der verschieden vorkommenden Lampenfassungen trägt, oder er muss so eingerichtet sein, dass verschiedene Fassungen auf ihm befestigt werden können.

Das Stativ hat sich nach Angabe des Verfassers beim Gebrauch im elektrotechnischen Laboratorium der Hochschule zu Hannover als praktisch erwiesen und wird vom Mechaniker Walther des genannten Laboratoriums angefertigt. *W.*

Bestimmung der Brennweite einer Concavlinse mittels des zusammengesetzten Mikroskopes.

Von Dr. W. Pscheidl. *Sitzb. d. kaiserl. Akad. der Wissensch. Juli 1886. 94. S. 66.*

Der Verf. verfährt in der Weise, dass er diejenige Lage eines Objectes ermittelt, in welcher die betreffende Concavlinse ein Bild von der halben Grösse desselben entwirft. Die Entfernung von Bild und Object ist dann gleich der halben Brennweite, wenn man von der Dicke der Linse absieht. — Ref. glaubt, dass die vorgeschlagene Methode nach keiner Richtung hin Vorzüge zu gewähren scheint vor der allbekannten, am Besten ebenfalls unter Anwendung eines Mikroskopes auszuführenden, die Entfernung der Linse von dem Bilde eines sehr entfernten Objectes direct durch Einstellung auf beide zu messen. Im Gegentheil ist letztere Methode sogar mit weniger Hilfsmitteln, durch eine geringere Zahl und durch leichtere Manipulationen bei mindestens gleicher Genauigkeit ausführbar. Mangelhaft, theoretisch wie praktisch, sind freilich beide Verfahren. *Cz.*

Die Verwendung von Spiralfedern in Messinstrumenten und die Genauigkeit der mit Spiralfedern arbeitenden Galvanometer.

Von Prof. W. Kohlrausch. *Elektrotechn. Zeitschr. 8. S. 323.*

Gegen die Verwendung elastischer Federn in Galvanometern hat man häufig das Bedenken geäussert, dass dieselben durch Temperatureinflüsse, Zeit und Gebrauch deformirt und hierdurch erhebliche Aenderungen der Kräfte bedingt würden. Im Gegensatz hierzu beweist Verfasser auf Grund zahlreicher Versuche, dass, wenn man sich mit einer Genauigkeit von 0,5 bis 1,0% zufrieden erkläre, der Verwendung von Spiralfedern in Messinstrumenten, welche für die Praxis bestimmt sind, nicht nur keine Bedenken entgegenstehen, sondern dass die mit Spiralfedern arbeitenden Instrumente bis jetzt allen anderen an Zuverlässigkeit überlegen sind.

Es werden zunächst Versuche mitgetheilt, welche an der Messingspirale einer Jolly'schen Federwage im Strassburger physikalischen Institut vorgenommen sind und deren Resultate dem Verfasser von Herrn Prof. Kundt zur Verfügung gestellt wurden. Die Messungen an dieser Feder, im Ganzen 140 Bestimmungen, erstrecken sich über sieben Jahre; es wurde die Verlängerung gemessen, welche durch die Belastung von 1 g bewirkt wurde. Das Gesammtmittel aller Messungen ist 71,11 mm; das Mittel der ersten sieben Halbjahre ergiebt 71,15, das der zweiten 71,07; der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Halbjahresmittel ist 0,16%.

Sodann wurde der Einfluss dauernder Deformation auf Spiralfedern untersucht. Zu diesem Zwecke wurde die Feder (Platinsilber) eines Siemens'schen Torsionsgalvanometers um 100 Theilstriche (200°) tordirt. Nach 70 Stunden hatte sich die Ruhelage erst um 0,25 Theilstriche, d. h. 0,25 % geändert. Ein Siemens'sches Dynamometer für starke Ströme ergab unter ähnlichen Umständen die doppelte Aenderung. Verf. hat ferner Federn, wie sie in den Federgalvanometern von Hartmann & Braun in Frankfurt a. M. verwendet werden, einer ähnlichen Prüfung unterzogen. Sieben Federn aus Stahldraht und zwei aus hartem Neusilberdraht (Drahtstärke etwa 0,6 mm, Durchmesser der Spirale 12 mm, Anzahl der Windungen 50 bis 100) wurden mit Gewichten von 50 bis 200 g dauernd belastet und dadurch Verlängerungen von etwa 50 bis 200 mm erzielt. Die Ruhelage (Einstellung ohne Belastung) auf je 100 mm Verlängerung der belasteten Federn umgerechnet, fand sich bei den Stahlfedern nach fünftägiger Belastung 0,4 bis 0,5 mm, nach 70 tägiger Belastung etwa 1 mm, bei den Neusilberfedern 1,4 bezw. 4 mm. Nachdem dann die Federn 12 Tage unbelastet gestanden hatten, war die Aenderung für Stahl auf 0,4 mm, für Neusilber auf 3,5 mm zurückgegangen. Das Maximum der Aenderung schien nach 70 Tagen für Stahl schon sehr nahe, für Neusilber aber noch nicht erreicht zu sein, so dass also Stahldrahtfedern den Neusilberdrahtfedern vorzuziehen sind. — Genau dieselben Aenderungen wie die Ruhelagen zeigten nun auch die Einstellungen der belasteten Federn. Es wird daher die durch eine bestimmte Belastung bewirkte Verlängerung der Spiralfedern bei Stahl und bei Neusilber durch lang andauernde Verlängerungen nicht geändert.

Um ferner den Einfluss oft wiederholter Deformation einer Spiralfeder kennen zu lernen, hat Verf. mit Hilfe eines kleinen Wassermotors eine Stahldrahtspirale von 90 Windungen und den oben erwähnten Dimensionen 200 mal in jeder Minute auf 225 mm gespannt und auf 85 mm entspannt, während die Feder ohne Einwirkung äusserer Kräfte eine Länge von 60 mm hatte. 80 000 Spannungen bewirkten weder in der Ruhelage, noch in der etwa 90 mm betragenden Verlängerung für 100 g Belastung eine messbare Aenderung. Eine ähnlich behandelte Neusilberfeder blieb gleichfalls unverändert.

Der Einfluss der Temperaturänderung auf Spiralfedern wurde endlich in folgender Weise geprüft. Von zwei benachbarten Zimmern wurde das eine auf 5° abgekühlt, das andere auf 40° erwärmt. Die Angaben dreier Siemens'scher Torsionsgalvanometer wurden nun mit den relativ auf 0,03 % zuverlässigen Angaben eines Spiegelgalvanometers verglichen, während die Torsionsgalvanometer abwechselnd in das kalte und das warme Zimmer gestellt wurden. Es ergab sich, dass für je 10° Temperaturerhöhung die Angaben der Torsionsgalvanometer im Mittel um 0,1 % grösser wurden. — Ferner wurden je drei Spiralfedern aus Stahl und Neusilber abwechselnd bei 5° und 40° mit den gleichen Gewichten belastet und die zugehörigen Verlängerungen abgelesen. — Letztere zeigten eine Vergrösserung bei höherer Temperatur, welche im Mittel für 10° bei den drei Stahlfedern übereinstimmend 0,23 mm, bei den drei Neusilberfedern ebenso übereinstimmend 0,43 mm für 10 mm Verlängerung betrug. Die Einstellung der unbelasteten Stahlfedern änderte sich für 10° um etwa 0,1 mm, die der unbelasteten Neusilberfedern um etwa 0,4 mm.

Aus den angegebenen Versuchsresultaten zieht Verf. folgende Schlüsse: Die Verwendung der Deformation von Spiralfedern aus geeigneten Drahtsorten als Maassstab für die in Galvanometern in Folge der Ströme auftretenden Kräfte ist zulässig. Bleibt man der Elasticitätsgrenze der Federn fern, so entstehen weder durch die Länge der Zeit noch durch den Gebrauch merkliche Aenderungen der Federconstanten. Um die eventuellen geringen Aenderungen der Ruhelage unschädlich zu machen, genügt eine geringe Verschiebung oder Drehung der Scale gegen den festen Punkt der Feder, oder umgekehrt. Aenderungen in Folge von Temperaturschwankungen sind zu klein, um in Frage zu kommen. Allen Arten als constant angesehener magnetischer Felder, welche bisher in den für die Praxis bestimmten Instrumenten verwendet wurden und innerhalb deren

die beweglichen Theile der Instrumente sich unter Einwirkung der zu messenden Kräfte einstellen, ist die Spiralfeder an Zuverlässigkeit überlegen.

An der Hand dieser Resultate discutirt Verf. dann schliesslich das Functioniren des Torsionsgalvanometers und des Dynamometers für starke Ströme von Siemens, sowie des Federgalvanometers von Hartmann & Braun. *W.*

Neu erschienene Bücher.

Handbuch der physiologischen Optik. Von H. v. Helmholtz. Zweite umgearbeitete Auflage. 2. u. 3. Lieferung. Hamburg und Leipzig, L. Voss. Preis jeder Lief. M. 3,00.

Von dem vorliegenden wichtigen Werke, dessen erstes Heft wir im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 73 angekündigt haben, sind inzwischen zwei weitere Lieferungen erschienen. In diesen beiden Heften wird der erste Abschnitt, die Dioptrik des Auges beendet und der zweite, welcher die Lehre von den Gesichtsempfindungen behandelt, begonnen. Das ganze Werk wird in zehn Heften fertig vorliegen. *W.*

L. de Wecker et J. Masselon. Echelle métrique pour mesurer l'acuité visuelle, le sens chromatique et le sens lumineux. 2. édit. 64 S. mit Tableaux und Album von 6 Tafeln. Paris, Doin. 8 frs.

J. Klemenčič. Untersuchungen über das Verhältniss zwischen dem elektrostatischen und elektromagnetischen Maasssystem II. 23 S. Wien, Gerold. M. 0,50.

P. Wagner. Anleitung zum Ausrechnen der Zähnezahl, welche die Räder haben müssen, um Gewinde nach allen vorkommenden Maassen und Drehbankconstructionen schneiden zu können, nebst mehreren Tabellen. 32 S. mit 1 Taf. Köln, Theissing. M. 0,80.

G. Dumont, M. Leblanc et E. Labédoyère. Dictionnaire théorique et pratique d'Électricité et du Magnétisme. Paris 1886. In 20 Heften à M. 0,80.

O. Fennel. Die Wagner-Fennel'schen Tachymeter. Berlin, Springer. M. 2,00.

A. Garbini. Manuale par la tecnica moderna del microscopio. Verona. Fres. 6,00.

G. Bilfinger. Die Zeitmesser der antiken Völker. Programm des Eberhard-Ludwig-Gymnasiums in Stuttgart. 78 S. M. 1,00.

A. Lande. La Photographie instantanée. Paris. M. 2,60.

Th. Malosse. Calorimétrie et Thermométrie. Montpellier. M. 2,50.

H. Seeliger. Ueber den Einfluss dioptrischer Fehler des Auges auf das Resultat astronomischer Messungen. 40 S. München, Franz. M. 1,20.

E. Röhrig. Technologisches Wörterbuch. Deutsch-englisch-französisch. Wiesbaden. M. 10,00.

Th. v. Oppolzer. Ueber die astronomische Refraction. 52 S. Wien, Gerold. M. 2,60.

J. Hann. Bemerkungen zur tägl. Oscillation des Barometers. 14 S. Ebenda. M. 0,30.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 7. December 1886. Vorsitzender: Herr Fuess.

Der Vorsitzende giebt einen Bericht über seine und des Herrn C. Bamberg Thätigkeit als Vertreter der Gesellschaft bei den Berathungen über die Gründung der physikalisch-technischen Reichsanstalt. Ueber die Art und Weise, in welcher die neue Anstalt geplant ist, sind den Mitgliedern Mittheilungen zugegangen. Der Vorsitzende giebt hierzu noch mannigfache Erläuterungen. — In der sich an den Vortrag anschliessenden Discussion, an der sich ausser dem Vorsitzenden die Herren Klein, Haensch, Dr. Pernet, Seidel und Färber betheiligen, wird die Organisation der Anstalt und ihre Gliederung in zwei Abtheilungen besprochen. Die Bedeutung der

ersten, wissenschaftlichen Abtheilung für physikalische Forschung wird hervorgehoben und betont, dass ihre Arbeiten mittelbar auch die Ziele der Präcisionsmechanik und Technik fördern würden; eine directe Förderung ihrer Bestrebungen habe aber die präcisionstechnische Kunst von der zweiten, technischen Abtheilung zu erwarten, vorausgesetzt, dass ihre Leitung mit den Zielen und Aufgaben der Technik aufs Innigste vertraut sei; die technische Abtheilung würde ferner nur dann gedeihlich arbeiten können, wenn sie in steter Verbindung mit der Praxis bliebe und wenn alle Wünsche der Mechaniker und Techniker, welche ein allgemeines Interesse verdienen, verständnissvolles Entgegenkommen fänden. Der Vorsitzende und die Mitglieder der Gesellschaft bringen nach dieser Richtung der neuen Reichsanstalt hoffnungsvolles Vertrauen entgegen.

Zu Mitgliedern der Wahlvorbereitungs-Commission werden sodann die Herren Färber, Dörfer, Dr. Rohrbeck, Seidel und Grimm, zu Mitgliedern der Decharge-Commission die Herren Coehins und Klein gewählt. Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Indicator für Geschwindigkeitsmesser. Von H. W. Schlotfeldt in Kiel. No. 36096 vom 11. August 1885.

Der Schwimmer *k* taucht mit seinem unteren Ende in Quecksilber *q* ein. Die Rohre *r* und *r'* stehen mit irgend einem bekannten Apparat in Verbindung, der die zu messende Bewegung empfängt und bei *r* drückend, bei *r'* saugend wirkt. Die Druckdifferenzen werden durch den Auftrieb von *k* ausgeglichen. Um bei gleicher Geschwindigkeit, aber verschieden grosser Bewegung der Antriebstange *o* des Zeigerwerkes eine und dieselbe Scale verwenden zu können, ist die Länge des Hebels *h*, durch welchen das Zahnradsegment *s* angetrieben wird, sowie die Coulisse *p* einstellbar.

Selbstthätig wirkende Wärmeregulirvorrichtung. Von S. Kocherthaler in Ernsbach, Württemberg. No. 36358 vom 29. November 1885.

Der Apparat ist in der Weise construirt, dass beim Ueberschreiten eines bestimmten Temperaturgrades Quecksilber mittels gespannter Dämpfe durch das Rohr *D* und das darin dicht verschliessbare Rohr *E* in einen mit *E* verbundenen und in der Höhe verstellbaren Behälter *F* eintritt und den Schwimmer *G* hebt. Dieser wirkt auf den Doppelhebel *M*, die Schnur *O* und den Hebel *d*, mittels dessen der Wärmezutritt in den zu erwärmenden Raum regulirt wird.

Dieser Apparat steht in Verbindung mit einer Vorrichtung, durch welche in bestimmten Zeitabschnitten eine beliebige Steigerung der Temperatur herbeigeführt wird. Zu dem Zwecke sitzt an dem Behälter *F*, welcher durch das Gewicht *L* beständig nach oben gezogen wird, eine Nase *N*, welche gegen einen an der drehbaren Welle *K* befestigten Anschlag *J* drückt. Durch ein Uhrwerk wird nun Welle *K* mit einer bestimmten Winkelgeschwindigkeit gedreht, wobei der Anschlag *J* die Nase *N* loslässt, so dass der Behälter *F* jetzt bis zum nächsten Anschlage J^1 in die Höhe geht, durch welchen er an einer Weiterbewegung gehindert wird. Analog wirken die Anschläge J^2 und J^3. Das periodische Aufsteigen des Behälters *F* von Anschlag zu Anschlag führt die beabsichtigte Temperaturerhöhung in den bestimmten Zeitzwischenräumen herbei.



Neuerung an Thermometern. Von C. G. Francke in Magdeburg. No. 36476 vom 9. Oct. 1885.

Die thermometrische Flüssigkeit, deren Volumenänderung die Temperatur bestimmen soll, füllt ganz ein Thermometergefäss, welches aus dem gewellten Messing- oder Stahlrohr f, dem unten offenen Cylinder g mit den Flantschen g' und der durch die Ausdehnung von f bewegten Verschlussscheibe h gebildet wird.

Neuerung an galvanischen Elementen. Von C. Gassner jr. in Mainz. No. 37758 vom 8. April 1886.

Die Erfindung besteht in der Verwendung von Zinkoxyd als Zusatz zu einer Erregungsmasse für Trockenelemente, welche aus Gipspulver und erregenden Salzen zusammengemaischt ist. (Vgl. Patent No. 22617). Die Wirkung dieses Zusatzes besteht in der Auflockerung der an sich schweren und harten Masse, ohne den inneren Widerstand zu erhöhen. (P. B. 1886. No. 48).

Apparat zum Anzeigen und Aufzeichnen von Druckänderungen. Von A. Shedlock in Jersey und Ch. G. Singer in New-York. No. 37578 vom 23. Februar 1886.

Die Papiertrommel, auf welche die Aenderungen des Druckes (von Dampf u. dergl.) aufgezeichnet werden, ist als Mutter einer verticalen, steilgängigen Schraubenspindel ausgebildet, und bewegt sich auf der letzteren durch ihr Eigengewicht nach abwärts. (1886. No. 49.)

Constante galvanische Batterie. Von M. Sappey in Paris. No. 37777 vom 1. Januar 1886. (1886. No. 50.)

Pantelegraph. Von L. Höpfner in Berlin. No. 37575 vom 6. Januar 1886. Ein Pantograph mit elektrischer Uebertragung. (1886. No. 50.)

Control- und Alarm-Thermometer mit Registrir-Vorrichtung. Von C. F. W. Doehring in Leipzig. No. 37476 vom 16. Februar 1886.

Dieses Thermometer meldet die Ueberschreitungen der höchsten und die der niedrigsten zulässigen Temperatur und zeichnet zugleich auf, wie oft und wie lange dies geschehen ist. (1886. No. 50.)

Für die Werkstatt.

Hinterschnittene Gewinde. The horological Journal. 1886. November. S. 39.

Bei Herstellung von Platinenstützen ist es nicht möglich, die Gewinde, welche in die Platinen geschraubt werden, bis ganz an den Ansatz auszuschneiden. Dadurch wird es dann nöthig, die Gewindelöcher zu versenken, wodurch die haltende Gewindelänge vermindert wird.

An obiger Stelle theilt J. Meen in Edinburgh ein von der Genfer Uhrmacherschule adoptirtes Verfahren zur Herstellung solcher Stützen mit, bei denen die Gewinde bis hinter den Ansatz ausgeschnitten sind. Das Verfahren, welches jenen Uebelstand vermeidet, dürfte auch manchem unserer Fachgenossen von Interesse und in vielen Fällen nützlich sein.

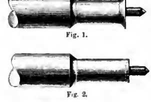


Fig. 1.

Fig. 2.

Man nimmt einen Draht von etwas grösserem Durchmesser als die verlangte Stütze (Schraubenkopf oder dergl.), setzt den Gewindezapfen an und schneidet Gewinde bis zum Ansatz. Alsdann dreht man etwas hinter dem Ansatz den Körper mit einer Hohlkehle verlaufend auf die richtige Stärke (wie in Fig. 1), hämmert den stehenbleibenden scharfen Rand rundum bis auf den gleichen Durchmesser über den Ansatz und dreht den Ansatz laufend nach (wie Fig. 2). Man kann dann das Gewinde bis zum Ansatz einschrauben, ohne das Gewindeloch versenken zu müssen. *P.*

Verzinnen von Gusseisen. Revue chronométrique. 1886. October-Heft. S. 186.

Zum Ueberziehen von Gegenständen aus Gusseisen wird eine Lösung von 89 Th. Zinn, 6 Th. Nickel und 5 Th. Eisen in Salzsäure empfohlen. Der Ueberzug soll auf dem Gusseisen sehr fest haften, auch weisser und härter sein als Zinn. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Lange jetzt Otto Lange in Berlin NW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VII. Jahrgang. **Februar 1887.** Zweites Heft.

Ueber den Bau und Gebrauch wissenschaftlicher Wagen.

Von

Dr. **G. Schwirkus** in Berlin.

Die grossen an wissenschaftlichen Wagen wahrnehmbaren Verschiedenheiten der Ausführung lassen es als eine interessante Aufgabe erscheinen, die an jeden einzelnen Theil einer solchen Wage zu stellenden Anforderungen zu präcisiren und daraufhin ein vergleichendes Urtheil über den grösseren oder geringeren Werth der Ausführungen, nnd wo es Noth thut, auch Verbesserungsvorschläge zu begründen. Hierbei wird es allerdings nöthig sein, auf die Fehlerquellen einzugehen, aus deren Zusammenwirken der Gesammtfehler des Wägungsresultates hervorgeht. Einige dieser Fehlerquellen kommen nur bei den allergenauesten Wägungsarbeiten in Betracht und interessiren deshalb fast nur den Metrologen von Fach; andere sind wieder ebensowohl für das grosse mit wissenschaftlichen Wagen arbeitende Publicum als für alle Wagenverfertiger von Wichtigkeit, weil sie beim Gebrauche wie bei der Herstellung jeder feineren Wage in Frage kommen können. Dennoch wird es zulässig sein, sie alle in gleicher Weise und nebeneinander zu behandeln, wenn dabei ihre relative Wichtigkeit, d. h. ihr Einfluss im Vergleich zu der von der Wage oder Wägung beanspruchten Genauigkeit, zur Genüge erkennbar gemacht wird. Am Besten geschieht dies durch Rechnungsbeispiele, welche daher im Folgenden öfter angewandt werden sollen, und zwar indem in der Regel die Wage für 1 kg Belastung sowie die Annahme zu Grunde gelegt wird, dass bei Kilogrammwägungen wenn möglich auch noch Fehler von 0,001 mg ausgeschlossen bleiben sollen. Diese Annahme hat den Vortheil, noch den allergrössten vorkommenden Genauigkeitsanforderungen zu entsprechen — nach den heutigen Leistungen feinster Wagen sind Fehler solcher Grösse in der That nicht mehr zu vernachlässigen — ohne die Nutzanwendung auf geringere Genauigkeiten zu hindern, mit denen man die gemachte Fehlerangabe ja durch eine kleine Umrechnung leicht in Vergleich stellen kann.

Die von wissenschaftlichen Wagen und Wägungen beanspruchten Genauigkeiten sind verschiedener, als es auf den ersten Blick scheint. Wenn man sich der Wage, wie dies neuerdings zunehmend versucht wird, zur genauesten Ermittlung physikalischer Constanten bedient, darf der Preis der Wage, die Dauer der Wägung oder der Vorbereitungen dazu keine Rolle spielen, sobald eine Schmälerung beider die gewünschte Genauigkeit nicht erreichen liesse. Der Chemiker dagegen braucht innerhalb ziemlich weiter Belastungsgrenzen eine zwar geringere, aber möglichst gleichmässige Genauigkeit bei möglichst kurzer Wägungsdauer. Es kann also bei der einen Wage von dem Aufspüren und der Vermeidung selbst des

kleinsten Fehlers unter Umständen der ganze Erfolg der Wägung abhängen, während bei der anderen Wage praktische Rücksichten bezw. die specielle Bestimmung der Wage die Ausserachtlassung gewisser weniger erheblichen Fehlerquellen geradezu geboten erscheinen lassen können. Der Kenner wird indess das für ihn Brauchbare und Berücksichtigenswerthe leicht herausfinden.

Auf die eigentliche Theorie der Wage braucht bei der Behandlung der vorbezeichneten Aufgabe nur insoweit eingegangen zu werden, als eine genauere Definition gewisser Begriffe, z. B. der Empfindlichkeit, nöthig sein wird; das Wesentlichste wird als bekannt vorausgesetzt werden dürfen. Dagegen werden einige Hilfseinrichtungen, z. B. die Reiterverschiebung, die Spiegel-Scalenablesung u. dergl., auch theoretisch etwas näher zu behandeln sein, um die Grenzen ihrer Anwendbarkeit für Wägungen mit entsprechender Genauigkeit festzustellen.

Die einzelnen Theile der Wage sollen für sich besprochen und dabei mit demjenigen Theile, welcher am Wenigsten die Kenntniss der anderen voraussetzt und sozusagen von selbst zuerst zur Kritik einladet, nämlich mit der äusseren Umhüllung, der Anfang gemacht werden.

I. Das Umschlussgehäuse.

Bei der Frage nach der besten Beschaffenheit des Umschlussgehäuses (Kastens) ist zunächst zu unterscheiden zwischen Wagen, bei deren Anwendung die Hand des Beobachters in den Kasten eingeführt werden muss und die Ablesung aus unmittelbarer Nähe geschieht, und solchen, bei denen beides vermieden werden kann. Die Störungen der Beobachtung durch die Einwirkungen der Wärme des Beobachters sind unzweifelhaft die grösste Fehlerquelle bei Wagen; unter sonst gleichen Umständen arbeitet eine feinere Wage, wenn sie aus der Entfernung bedient und beobachtet wird, erfahrungsmässig 3 bis 5 mal besser, als wenn dies nicht der Fall ist. Die Ursachen dieser Erscheinung, auf welche wir gleich etwas näher eingehen wollen, weil sie auch noch bei anderen Wagentheilen wesentlich in Betracht kommen, liegen nahe genug.

Von einer normal-warmen Hand steigt in Luft von gewöhnlicher Zimmertemperatur (19° C.) beständig ein warmer Luftstrom auf, welcher nicht viel weniger als 0,1 m Geschwindigkeit (pro Sec.) besitzt. Man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man z. B. im ruhigen Zimmer die Hand vorsichtig unter eine ruhende Rauchwolke schiebt. Vergleicht man nun hiermit die Thatsache, dass der Widerstand der Luft bereits bei der Dämpfung der gewöhnlichen Schwingungen der Wage einen merklichen Antheil hat, wiewohl diese Schwingungen nur mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von Bruchtheilen eines Millimeters stattfinden, und dass dieser Widerstand bei stärkerer Eigenbewegung der Luft erheblich, nämlich auch bei so kleinen Geschwindigkeiten mindestens nicht schwächer als die relative Geschwindigkeit selbst[1]) wächst, so dürfte erhellen, welche Verschiebungen

[1]) Eine zuverlässige Formel für den Widerstand der Luft bei so kleinen Bewegungen scheint noch nicht bekannt zu sein; vielleicht würde die Beobachtung einer Vacuumwage bei verschiedenen Drucken und unter Variation der Form und Grösse der Wagschalen gutes Material zur Ermittlung einer solchen liefern können. Sicher ist, dass die höheren Potenzen kleinster, nur nach Millimetern zu messender Geschwindigkeiten (man rechnet unter gewöhnlichen Umständen nach dem Quadrat, das aber bei sehr grossen Geschwindigkeiten nicht mehr ausreicht), falls sie in der Formel überhaupt auftreten, von verschwindendem Einflusse sind, dass also der grösste Theil des Widerstandes auf Rechnung der inneren und äusseren Reibung der Luft zu setzen ist.

der Gleichgewichtslage der Wage aus dieser Ursache selbst dann noch möglich sind, wenn, wie dies seitens aufmerksamer Beobachter geschieht, erst in einer bis zwei Minuten nach Schluss des Kastens abgelesen wird. Denn wenn auch der von der Hand ausgehende Luftstrom nach deren Entfernung in der Hauptsache bald aufhört, so hat er doch Gehänge und Schalen etwas erwärmt, und diese erzeugen dann für sich solange Strömungen, bis sie die empfangene Wärme wieder abgegeben haben. Ferner sammelt sich unter der Decke des Kastens wärmere Luft an, welche bei jeder neuen Einführung der Hand umgerührt wird und alle Theile der Wage schädlich beeinflusst.

Neben den rein mechanischen Wirkungen solcher Temperaturstörungen kommen noch die Folgen verschiedener Ausdehnungen durch ungleiche Erwärmung in Betracht; ein Temperaturunterschied der beiden Balkenhälften von nur 0,01° C bringt bereits eine Aenderung des Hebelverhältnisses um 0,00000018, also z. B. bei 1 kg Belastung eine Aenderung der Gleichgewichtslage um 0,18 mg hervor, während die Innehaltung einer Fehlergrenze von 0,001 mg sogar eine Uebereinstimmung der Temperaturen beider Balkenhälften innerhalb 0,00005° C voraussetzt. Endlich bildet sich um erwärmte Gehänge und Belastungen eine Sphäre wärmerer, also specifisch leichterer Luft, in welcher beide einen geringeren Auftrieb erleiden und schwerer[1]) erscheinen, als es sonst der Fall sein würde. Die hervorgebrachten Störungen sind also von dreierlei Art. Dass sie zum Theil einander entgegenwirken (die erste der zweiten und dritten), also abwechselnd überwiegen, ist keineswegs ein Vortheil, denn die damit verbundene Unbeständigkeit der Wage ist zwar an sich geringer, aber regelloser und durch die Anordnung der Beobachtungen schwieriger zu eliminiren, als bei gleichartiger Wirkung der Einzelstörungen.

Für die Kästen von Wagen, welche in der beschriebenen Weise der Einwirkung der Wärme des Beobachters ausgesetzt sind, empfehlen sich deshalb folgende Regeln zur Beachtung:

1. Der Kasten sei über dem Balken nicht zu niedrig, damit sich unter seiner Decke eine Schicht wärmere Luft ansammeln kann, ohne den Balken gleich zu beeinflussen,
2. er lasse sich jedesmal bis zur Decke öffnen, damit die unter dieser angesammelte wärmere Luft soviel als möglich entweichen kann.

Die Erfahrung bestätigt, dass Wagen, deren Kästen diesen Anforderungen genügen, vor anderen wesentliche Vorzüge bieten. Am Besten sind hohe Kästen mit bis zur Decke desselben reichenden Flügelthüren. Zwischen solchen Thüren pflegt man, um die Ablesung der Scale nicht zu hindern, einen Glasstreifen stehen zu lassen. Allerdings bleibt alsdann nicht die ganze Vorderseite der Wage frei, wie bei den verbreiteteren Schiebethüren; vielleicht liegt die geringere Beliebtheit der Flügelthüren an diesem Umstande. Indess ist der letztere, besonders bei schmalen Streifen, wohl ein nur eingebildeter Nachtheil, denn die Flügelthüren lassen bei sonst guter Raumausnutzung immer noch eine Oeffnung frei, welche weit breiter als die Schale, also jedenfalls ausreichend ist. Uebrigens bietet es auch keine Schwierigkeit, die Thüren ohne Zwischenstreifen über die ganze Vorderseite gehen zu lassen, nämlich wenn die eine Thür vor der Scale über letztere

[1]) Schon Gauss hat das scheinbar paradoxe Schwererwerden eines erwärmten Gewichtes beobachtet und als Ursache die obige daran erkannt, dass die Erscheinung bereits eintrat, bevor der Balken merklich hatte miterwärmt werden können. Vergl. Briefwechsel zwischen Gauss und Schumacher 3 S. 275.

hinwegreicht, z. B. grösser ist oder bei gleicher Grösse eine den Blick auf die Scale freilassende, etwa halbkreisförmige Erweiterung trägt, welche in eine entsprechende Aussparung der andern Thür hineinreicht. Man kann auch in den Mittelrahmen der einen Thür eine Ablesungslinse einfügen, welche bei passender Brennweite den Kopf entfernter zu halten gestattet, und so den Nutzen der Einrichtung steigert.

Die vorerwähnten aufwärts beweglichen Schiebethüren werden vielleicht auch noch wegen ihrer Billigkeit vorgezogen. Sie gehen entweder mit Reibung, wobei sie Gegengewichte tragen, welche an Schnüren oder Ketten an der Hinterseite des Kastens herabhängen, oder sie werden durch einen beim Aufziehen selbstthätig eingreifenden, von aussen zu lösenden Sperrzahn in der Aufzugsstellung erhalten. Schiebethüren klemmen leicht, wobei die Wage kippen kann; ferner fällt bei ersterer Art die Schnur oder Kette leicht von ihren Rollen oder reisst, bei der zweiten kann die Thür dem Unvorsichtigen leicht entfallen. Die Gegengewichte sind, falls nicht abnehmbar, beim Transport der Wage störend. Um Unzuträglichkeiten dieser Art auch ohne jedesmalige Beihilfe des Mechanikers nach Möglichkeit begegnen zu können, sollten alle Theile einer solchen Thür bequem zugänglich, die Gegengewichte abnehmbar und die Schnüre oder Ketten leicht durch neue zu ersetzen sein.

Bezüglich der Ausdehnung des Kastens in die Breite und Tiefe bleibt nur zu bemerken, dass nicht nur für die Wägungsobjecte, sondern bei feineren Wagen auch zur Aufstellung einer Ablesungslinse und eines Hohlspiegels, mit welchem die Scale beleuchtet werden kann, Raum vorhanden sein sollte.

Was nun die Wagen anlangt, in deren Kasten der Beobachter die Hand überhaupt nicht einzuführen braucht — der Kopf des Beobachters lässt sich durch Anwendung optischer Hilfsmittel immer genügend entfernt halten —, so sind dies entweder sehr kleine, bei denen die anzuwendende (entsprechend lange) Pincette schon von aussen bis auf die Schale reicht, oder es sind Wagen, welche durch Hilfseinrichtungen ohne Oeffnen des Kastens und aus grösserer Entfernung bedient und beobachtet werden können. In beiden Fällen kann der Kasten so klein sein, als es die sonstigen Rücksichten gestatten.

Im Uebrigen sollten nicht nur die beiden Seitenwände, sondern namentlich auch die Decke des Kastens zum Oeffnen eingerichtet sein. Wenn auch die eigentlichen Reinigungen, Justirungen u. dergl. immer dem Mechaniker überlassen bleiben sollten, welcher an die Zugänglichkeit der Wage keine besonderen Ansprüche stellt, so hat doch manchmal auch der Beobachter im Kasten zu thun und sollte dann seine Geschicklichkeit auf keine zu harte Probe gestellt sehen. Wenn z. B. behufs anderweitiger Aufstellung der Wage Schalen und Gehänge abgenommen werden sollen, wenn ein herabgefallener Reiter anzuhängen, ein Spinnfaden oder ein eingedrungenes Insect zu entfernen, ein sperriges Object zu wägen ist, so soll dies Alles möglich sein, ohne dass in Folge erschwerten Operirens im Kastenraum Schaden an der Wage selbst entstehen kann. Auch die im Kasten liegenden Theile der Arretirung sollen soweit zugänglich sein, dass sie nöthigenfalls leicht geschmiert oder anderweitig eingestellt werden können.

Der Kasten besteht in der Regel aus Glas und Holz, seltener werden Metallkästen auf Marmor- oder Glasplatte angewendet. Bei hölzernen Kästen ist zu beachten, dass das Holz nicht ausdünstet; namentlich Nussbaumholz scheint, wie ein von der hiesigen Normal-Aichungs-Commission beobachteter Fall beweist, leicht saure Gase zu entwickeln. Falls an den Wänden des Kastens Hilfsein-

richtungen angebracht sind, welche eine bestimmte Lage zur Wage einhalten sollen (Pendelzeiger, Theile der Arretirung, Einrichtungen zur Dämpfung der Schwingungen[1]) u. dergl.), ist möglichste Sicherung gegen Verspannungen nothwendig.

Die vorgenannte Normal-Aichungs-Commission lässt neuerdings die Kästen ihrer feineren Wagen, soweit sie nicht Vacuumwagen sind, durchweg in Uebereinstimmung mit den vorstehenden Grundsätzen, und zwar in regelmässig sechsseitiger Form aus Metall und Glas ausführen. Die Vorderseite ist dem Balken parallel, die beiden Nachbarseiten bilden die bis zur Decke reichenden Flügelthüren und bieten ihrer schrägen Lage wegen einen besonders bequemen Zugang zu den Schalen. Da die Wagen mit sogenanntem Transporteur, d. h. mit einer um die Mittelsäule rotirenden Einrichtung zur Vertauschung der Belastungen ausgestattet werden, so ist der von ihnen selbst beanspruchte Raum von kreisförmiger Grundfläche, wozu die polygonale Kastenform besonders gut passt.

Für die gleichfalls hierher gehörigen Recipienten der Vacuumwagen eignet sich Glas besser als Metall, sowohl wegen seiner Durchsichtigkeit und Dichtheit, als auch weil die in Metallglocken einzusetzenden Glasscheiben mehr Dichtungs- oder Verkittungsflächen erfordern. Zur Zeit sind gegossene Glocken billiger und besser durchsichtig, als die nur mit vielen Blasen herstellbaren geblasenen Glocken; am Einfachsten ist die Herstellung von Glocken ohne Decke, welche letztere dann von einer aufgeschliffenen Messingplatte gebildet wird. Diese Platte ist (zur Dichtung mit Fett u.s.w.[2]) blos anzuschleifen, da Kitt leicht abplatzt. Die Glocke soll breite Schliffflächen und mindestens 6 bis 7 mm Wandstärke besitzen, letzteres, damit sie nicht nur den äusseren Luftdruck aushält, sondern auch bei Aenderungen des inneren oder äusseren Druckes sich nicht deformirt, weil dies zu scheinbaren Verschiebungen des Scalennullpunktes während der Wägung führen kann. Durch die Glockenwand ist keine Ablesung möglich; es wird am Besten eine horizontale starke Platte aus optischem Glase (gewöhnliches Spiegelglas ist nicht optisch rein genug) auf eine entsprechende Oeffnung im Scheitel des Deckels aufgeschliffen, durch welche hindurch mit Hilfe eines am Balken angebrachten Spiegels oder Prismas die Ablesung mit Fernrohr und Scale (Näheres darüber beim Capitel „Ablesung") erfolgen kann. Ist Deckel und Bodenplatte gegossen, so darf der Guss nicht porös sein, weil selbst mikroskopisch feine Poren leicht die ganze Wand durchdringen und zu Undichtheiten Anlass geben. Am Sichersten ist es, diese Theile ausser den Schliffflächen so gut als möglich zu verzinnen. Dosenlibellen sind, wegen der Gefahr des Herausdringens von Aether im Vacuum, aussen anzubringen. Das Lufteinlassrohr muss die einströmende Luft vertheilen, damit die kleinen Zulagegewichte (Reiter) nicht herabgeblasen werden. Die Abdichtung der durch die Grundplatte führenden, zum Betriebe des Mechanismus der Wage dienenden Stopfen geschieht nach dem Vorschlage Stückrath's[3]) statt durch Fett besser mittels auf Drahtspiralen gezogener, über die Welle geschobener und einerseits auf der Welle, andererseits über der Bohrung der Grundplatte verschnürter Schläuche, welche der Welle den zu ihrer Bewegung erforderlichen Spielraum dadurch gewähren, dass sie sich so weit als nöthig tordiren.

---

[1]) Z. B. die nach Art sogenannter Luftbuffer eingerichteten Schwingungsdämpfer nach **Arzberger**. Liebig's Annalen 178 S. 382.

[2]) Statt des Säure und Dämpfe bildenden Fettes besser Vaseline (mit Wachs), möglicherweise auch Glycerin mit Gelatine.

[3]) Ber. über d. wissenschaftl. Apparate a. d. Berliner Gewerbeausstellung 1879. S. 190.

II. Reiter und Zulagegewichte.

Unter den Einrichtungen, welche dazu dienen, die Gewichtsdifferenz zweier Wägungsobjecte für den Fall festzustellen, dass diese Differenz zu gross ist, um durch den Ausschlag der Wage allein bestimmt zu werden, ist diejenige zur Verschiebung eines Reiters auf einer mit dem Balken verbundenen Scale die verbreitetste. Unzweifelhaft ist diese Einrichtung auch die bequemste und für die meisten Fälle ihrer Anwendung von völlig ausreichender Genauigkeit. Nur für die allerfeinsten Anwendungen der Wage stehen ihr gewisse Bedenken entgegen, welche neuerdings theilweise zu ihrer Ausschliessung bei solchen geführt haben.

Der Reitereinrichtung werden indess vielfach Vorwürfe gemacht, welche sie nicht verdient. So ist z. B. eine gewisse Ungenauigkeit der Begrenzung des Hebelarmes des Reiters allerdings vorhanden, da die Lagerung eines Drahtes in einer Kerbe oder auf dem glatten Balkenrücken naturgemäss keine so scharf bestimmte und unveränderliche sein kann, wie etwa die des Gehänges auf der Schneide. Bei dem geringen Gewicht des Reiters ist dies aber von entsprechend geringem Einfluss. Selbst wenn sich z. B. ein Reiter von 20 mg auf dem 300 mm langen Balken einer Kilogrammwage bis zu 0,2 mm unsicher einstellen sollte, so beträgt die grösste aus dieser Ursache mögliche Verschiedenheit zweier unter sonst gleichen Bedingungen angestellten Wägungen $^{0,2}/_{150}$ von 20 mg, oder 0,03 mg, der wahrscheinliche Fehler aber nur etwa 0,006 mg, d. h. eine Grösse, welche gegen die Fehler einer unter gewöhnlichen Umständen beobachteten Kilogrammwage verschwindet.

Ebenso ist es unrichtig, dass das Reiterlineal in der Ebene der drei Schneiden liegen müsse, wenn die Verschiebung des Reiters nicht eine Aenderung der Empfindlichkeit nach sich ziehen solle. In Wahrheit genügt es, wie wir gleich sehen werden, wenn das Reiterlineal dieser Ebene parallel ist; in welchem Abstande, ist gleichgiltig.

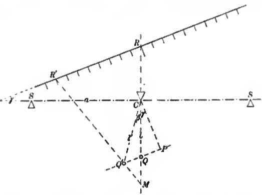
Wie es scheint, gründet sich die entgegengesetzte Ansicht daranf, dass der Reiter, wenn er aus der Mittellage, wo er keines Gegengewichtes bedarf, verschoben wird, durch ein auf eine Endschneide wirkendes Gegengewicht aufgewogen werden muss, wenn die Wage wieder einspielen soll. Befindet sich nun der Reiter ausserhalb, z. B. über der Ebene der Schneiden, so haben Reiter und Gegengewicht ihren gemeinsamen Schwerpunkt auch über der Mittelaxe und bewirken also scheinbar eine um so stärkere Hebung des Gesammtschwerpunktes der Wage, je weiter der Reiter verschoben, je grösser also auch das Gegengewicht ist.

Indess wird hier übersehen, dass bei einem der Schneidenebene parallelen Reiterlineale der gemeinsame Schwerpunkt von Reiter und Gegengewicht sich der Mittelaxe (in welcher der Einfachheit halber der Schwerpunkt der nicht mit Reiter behafteten Wage angenommen werden kann), um so mehr nähert, als der Reiter verschoben wird, und zwar derart, dass das Moment beider in Bezug auf die Mittelaxe unverändert bleibt. Verschiebt man z. B. den Reiter aus der Mittelstellung bis senkrecht über die eine Endschneide, so muss die andere nm ein ihm gerade gleiches Gegengewicht beschwert werden. Reiter und Gegengewicht zusammen sind dann allerdings so schwer wie zwei Reiter, sie wirken aber auch bloss im halben Abstande, weil ihr gemeinsamer Schwerpunkt auf der Mitte ihrer Verbindungslinie liegt, welche den früheren Abstand gerade halbirt. Sie üben also dieselbe Wirkung aus wie vorher der Reiter allein in der Mittelstellung. Wird

der Reiter nur halb so weit verschoben, so sind Reiter und Gegengewicht zwar gleich $1^1/_2$ Reitern, ihre Verbindungslinie trennt aber, wie man sich durch Aufzeichnung der betreffenden Linien leicht überzeugen kann, vom Abstande nur ein Drittel ab, sodass das $^3/_2$fache des Reiters im $^2/_3$fachen Abstande, d. h. wieder der Einheit gleich wirkt u. s. f. Nur wenn das Reiterlineal einen Winkel mit der Schneidenebene bildet, bleiben diese Beziehungen nicht mehr erhalten.

Hiermit ist indess unsere Behauptung noch nicht ganz bewiesen, denn die Empfindlichkeit muss auch unverändert bleiben, wenn der Reiter nicht durch ein Gegengewicht ausgeglichen, sondern die Wage in der durch die Verschiebung des Reiters bewirkten schiefen Stellung gebraucht wird. Dieser Beweis würde aber geführt sein, wenn gezeigt werden kann, dass ein Zulagegewicht p, auf die eine Schale eines um den Winkel β gegen die Mittellage geneigten Balkens gebracht, einen und denselben Ausschlagswinkel α hervorbringt, gleichviel ob die Schiefstellung des Balkens durch eine Belastung g der Wage, oder durch Verschiebung eines Reiters hervorgebracht worden war.

Um diesen Beweis zu führen, und zugleich den Einfluss der etwaigen Neigung des Lineales ziffernmässig zu bestimmen, denken wir uns auf dem in nebenstehender Figur dargestellten, zur Schneidenebene SS um den Winkel γ geneigten Reiterlineale RR' einen Reiter vom Gewicht R aus der Mittelstellung R nach R' verschoben. Der Ort des Schwerpunktes aller übrigen Massen der Wage sei M, der Ort des durch den Reiter in seiner Stellung R erhöhten Gesammtschwerpunktes von Wage und Reiter Q. Dieser Ort Q rückt nun durch die Verschiebung des Reiters parallel zu RR' nach Q' und zwar, weil sich nach den Gesetzen der Statik $Q'M:Q'R'$ ebenso verhalten muss wie $QM:QR$. Bezeichnen wir nun den Abstand CQ mit l, CQ' mit l', CS mit a, den Winkel QCQ' mit β, und nennen die in Q bezw. Q' concentrirte Gesammtmasse der Wage gleichfalls Q, so ist ersichtlich, dass bei der Mittelstellung des Reiters das Moment der Wage Ql, nach der Verschiebung des Reiters aber, bei welcher sich der Balken um den Winkel β schief stellt, Ql' ist.



Im ersten Falle ist zur Erzielung dieser Schiefstellung, wie erwähnt, ein Zulagegewicht g aufzulegen, für das die Gleichgewichtsbedingung gilt:

$$g\,a\cos\beta = Ql\sin\beta, \text{ oder } g = \frac{Ql}{a}\operatorname{tg}\beta.$$

Wird jetzt eine Zulage p hinzugefügt, welche einen weiteren Ausschlag α hervorbringt, so ist:

$$(g+p)\,a\cos(\alpha+\beta) = Ql\sin(\alpha+\beta),$$

woraus sich durch Einsetzen des vorhin gefundenen Werthes für g ergiebt:

$$1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad p = \frac{Ql}{a}\Big[\operatorname{tg}(\alpha+\beta) - \operatorname{tg}\beta\Big].$$

Im zweiten Falle ist die Schiefstellung durch Verschiebung des Reiters R hervorgebracht; fügt man ein Zulagegewicht q hinzu, welches gleichfalls einen weiteren Ausschlag α erzeugt, so ist q bestimmt durch die Gleichung:

2) . . . . $qa \cos(\alpha + \beta) = Ql' \sin \alpha$.

Aus 1) und 2) folgt aber:

$$\frac{p}{q} = \frac{l[\operatorname{tg}(\alpha + \beta) - \operatorname{tg}\beta] \cos(\alpha + \beta)}{l' \sin \alpha}$$

oder nach entsprechender Vereinfachung:

3) . . . . $\frac{p}{q} = \frac{l}{l' \cos \beta}$.

Zieht man nun $CP \perp CQ'$ so ist $\angle QCP = \gamma$ und

einerseits: $CP = l \cos \gamma$,

andrerseits: $CP = l' \cos(\beta + \gamma)$,

woraus: $l' = \frac{\cos(\beta + \gamma)}{\cos \gamma} l$

und durch Einführung in 3):

4) . . . . $\frac{p}{q} = \frac{\cos(\beta + \gamma)}{\cos \beta \cos \gamma} = 1 - \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg}\gamma$

erhalten wird.

Hieraus folgt unmittelbar, dass im Specialfalle, wo $\gamma = 0$, das Reiterlineal also der Schneidenebene parallel ist, p gleich q, d. h. ein Ausschlag der Wage um den Winkel α von dem nämlichen Uebergewicht hervorgebracht wird, gleichviel in welcher Stellung der Reiter und in welcher Neigung der Balken sich auch befinde.

Was nun die grösste Veränderung der Empfindlichkeit anlangt, welche durch die Verschiebung eines Reiters auf geneigtem Lineale entstehen kann, so zeigt die vorstehende Formel, dass dieselbe einerseits von dem Winkel β, dessen Werth durch das Gewicht des Reiters und die Grösse der Empfindlichkeit selbst bedingt wird, andrerseits von der Neigung γ des Lineales abhängt. Schreibt man die Formel 4):

$$\frac{q - p}{q} = \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg}\gamma,$$

so giebt $\frac{q-p}{q}$, also auch $\operatorname{tg}\beta \operatorname{tg}\gamma$ direct die Veränderung der Empfindlichkeit in Bruchtheilen dieser selbst an.

Der Winkel β kann nun insbesondere dann sehr gross werden, wenn die Empfindlichkeit der Wage gross ist. Ob die Wage in der sehr schiefen Stellung des Balkens, welche ihm entspricht, ohne Zulage auf der andern Seite gebraucht werden soll oder überhaupt kann, kommt dabei nicht in Betracht, denn auch wenn der Reiter in seiner äussersten Stellung mit Hilfe einer (um p) vermehrten Belastung der andern Seite aufgewogen wird, welche die Zunge gerade zur Scale zurückführt, tritt genau dieselbe störende Aenderung der Empfindlichkeit ein.

Ein geneigtes Lineal wird nun stets vom Balken selbst gebildet und senkt sich daher den Endschneiden zu; als ungünstigster Fall werde angenommen, dass es, wie dies noch häufig vorkommt, bis in die Ebene der Schneiden reiche und kurz vor der Endschneide, über welche es ja in diesem Falle nicht hinwegreichen kann, aufhört, etwa im Abstande $0{,}8a$ von der Mittelschneide. Der grösste vorkommende

Winkel β tritt alsdann ein, wenn der Reiter auf das Ende des Lineales gesetzt wird, und ergiebt sich aus der Gleichung:

$$0{,}8\, a\, R \cos\beta = Ql \sin\beta, \text{ d. h. es wird } \operatorname{tg}\beta = 0{,}8 \frac{a}{Ql} R.$$

(Als Moment der Wage ist hierin kurz Ql angenommen; genauer wäre es M multiplicirt mit dem Arm MC, welcher Unterschied hier aber ohne Einfluss ist.) Zur Bestimmung von Ql benutzt man den Empfindlichkeitswinkel φ, um welchen die Wage ihre Gleichgewichtslage ändert, wenn die Belastung einer Seite um die Gewichtseinheit (1 mg) vermehrt wird, denn es ist

$$Ql \sin\varphi = 1 \text{ mg } a \cos\varphi,$$

oder:

$$\frac{a}{Ql} = \operatorname{tg}\varphi.$$

Man erhält also $\operatorname{tg}\beta = 0{,}8\, R \operatorname{tg}\varphi$, und daher die neue Formel:

$$\frac{q-p}{q} = 0{,}8\, R \operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\gamma.$$

Würde somit bei der früher erwähnten Kilogrammwage eine Zulage von 5 mg einen Ausschlag von 1° (oder bei etwa 250 mm Zungenlänge 4,4 mm der Scale) hervorbringen, wie dies etwa mittleren Verhältnissen entspricht, so wäre $\varphi = 0{,}2°$, $\operatorname{tg}\varphi = 0{,}00349$ und

$$\frac{q-p}{q} = 0{,}00279\, R \operatorname{tg}\gamma.$$

Ein Reiter von 20 mg würde also selbst für den von uns angenommenen ungünstigsten Fall, dass das Lineal bis in die Schneidenebene hineinreicht, auf einem um 10° geneigten Lineale ($\operatorname{tg} 10° = 0{,}176$) im Maximum erst eine Aenderung der Empfindlichkeit von 0,010 oder 1 %, und auf einem um 20° geneigten Lineale ($\operatorname{tg} 20° = 0{,}364$), das aber praktisch kaum noch verwendbar ist, von 0,020 oder 2 % hervorbringen können, d. h. nur Schwankungen, welche unter gewöhnlichen Umständen noch unmerklich bleiben.

Bei den allerfeinsten Kilogrammwagen pflegt man dagegen mit mindestens fünfmal grösseren Empfindlichkeiten zu arbeiten; solche Wagen würden also unter sonst gleichen Umständen auch fünfmal grössere Veränderungen der Empfindlichkeit als vorhin erleiden, während noch nicht einmal die letzteren zulässig wären. Bei diesen Wagen würde also ein mehr als fünfmal kleinerer Reiter, oder, da die Verwendung eines so kleinen Reiters kaum noch Zweck hätte, eine mehr als fünfmal geringere Neigung des Lineales oder endlich, bei zweckmässigster Anordnung, eine mehr als fünfmalige Verminderung des Productes beider erforderlich sein, wenn die mögliche Aenderung der Empfindlichkeit auf Bruchtheile eines Procentes eingeschränkt bleiben soll. Dem würde indess z. B. ein 4 mg-Reiter auf einem um 5° geneigten Lineale noch entsprechen; man erhielte das Fünffache von $^5/_{20} \cdot {}^5/_{10}$ oder $^5/_8$ des vorhin für 10° genannten Werthes (da man unbedenklich die Tangenten dieser kleinen Winkel letzteren selbst proportional setzen kann), also nur eine höchstmögliche Aenderung der Empfindlichkeit von $^5/_8$ %. Die Anwendung nicht zu schräger Lineale kann daher selbst bei ziemlich weit gesteigerter Empfindlichkeit noch zulässig bleiben.

Wir ziehen hieraus die Lehre, dass die Anordnung eines besonderen Reiterlineales in der Ebene der Schneiden überflüssig ist, so lange der Balken selbst als zu dieser Ebene paralleles oder nicht allzu geneigtes Lineal benutzt werden kann. Letzteres ist aber immer möglich, denn wie wir später sehen werden, ist eine nach oben so spitz zulaufende Form des Balkens, dass sie der Verwendung des letzteren als Lineal hinderlich ist, keineswegs vortheilhaft oder zur Erreichung der damit

erstrebten Zwecke unumgänglich. Solche besonderen Lineale, welche die Trägheit des Balkens unnütz vermehren und die Mittelschneide excentrisch belasten, sollten daher am Besten ganz vermieden werden.

Wenn wir übrigens vorhin bewiesen haben, dass bei zur Schneidenebene parallelen Linealen, gleichviel wie gross ihr Abstand von jener ist, mit der Verschiebung des Reiters überhaupt keine Aenderung der Empfindlichkeit eintritt, so wurde dabei selbstverständlich vorausgesetzt, dass der Reiter, als ein zur Gesammtmasse Q der Wage gehöriger Theil, niemals abgenommen wird. Wenn letzteres indess dennoch geschieht und in Folge dessen der Schwerpunkt der Wage nach M sinkt, also die Empfindlichkeit sich vermindert, so kann hieraus ein Grund gegen die Brauchbarkeit der Einrichtung nicht abgeleitet werden, da eben nur fehlerhafte Benutzung vorliegt. Uebrigens sind die damit verbundenen Fehler keinesfalls gross. Bei der vorhin erwähnten Kilogrammwage von gewöhnlicher Empfindlichkeit z. B. ergiebt sich das Moment Ql aus der Formel $Ql = a/\mathrm{tg}\,\varphi$ zu ungefähr 42970 Millimetermilligramm. Wird also ein vorher irrthümlich abgehobener 20 mg-Reiter im Abstande x senkrecht über die Mittelaxe gesetzt, so hat dies die Wirkung, dass sich das Moment der Wage um $20\,x$ vermindert, wodurch sich die Empfindlichkeit um den $\frac{20\,x}{42\,970}$ ten Theil vergrössert. Es wird also erst für $x = 65$ mm, d. h. bei einer an Reiter tragenden Balken kaum noch möglichen Höhe, eine Aenderung der Empfindlichkeit von 3 %, unter gewöhnlichen Umständen aber nur eine solche von kaum 1 % eintreten können, was um so weniger ins Gewicht fällt, als man den Reiter fast immer braucht und daher nur selten zu dem Fehler Gelegenheit hat.

Die bisher erörterten Fehler lassen sich nicht nur, wie wir gesehen haben, unter gewöhnlichen Umständen in fast immer unschädlichen Grenzen halten, sondern sie stehen auch bei den feinsten Wägungen einer allerdings beschränkten Anwendung des Reiters nicht entgegen, nämlich derjenigen zur Tarirung. Der Reiter, mit welchem nur tarirt wird, behält während der Wägung seinen Platz, unterliegt also obigen Fehlerquellen überhaupt nicht. Wenn dennoch bei den feinsten Wägungen auch auf die in anderer Beziehung so bequeme Tarirung mittels Reiter verzichtet wird, so trägt daran folgende, bisher nicht erwähnte Fehlerquelle Schuld.

Wir hatten in Uebereinstimmung mit der auch sonst üblichen Anschauung die stillschweigende Voraussetzung gemacht, dass der Reiter immer senkrecht hängt, also um seine Unterstützungslinie sich ohne Reibung dreht. Denn nur für diesen Fall ist es zulässig, an Stelle des Schwerpunktes, dessen Hebelarm für das Moment des Reiters maassgebend ist, den Unterstützungspunkt zu setzen, weil nur dann der Hebelarm des letzteren mit dem des Schwerpunktes zusammenfällt. Genauer hätte man daher auch nicht den Einfluss der Neigung des Lineales, sondern der Verschiebungslinie des Schwerpunktes untersuchen müssen. Offenbar erfüllt nun der Reiter die erwähnte Voraussetzung nicht, vielmehr wird er innerhalb kleinerer Neigungen des Balkens seine Stellung gegen diesen garnicht verändern und bei grösseren sich nur so weit senkrecht stellen, als es die Reibung erlaubt. Es ist also im Allgemeinen weder zulässig, den Reiter immer senkrecht, noch ihn als mit dem Balken starr verbunden anzunehmen. Das Bedenkliche liegt indess weniger in diesem Unterschiede selbst, als in der Art, wie der Reiter seine wahre relative Bewegung gegen den Balken ausführt. Er wird nämlich im Laufe der Schwingung erst festsitzen, dann plötzlich umkippend über die Senkrechte hinausschwingen, nach einigen Eigenschwingungen wieder festsitzen u. s. f. Es entsteht also nicht nur eine gewisse Unsicherheit in der Begrenzung des Hebelarmes des

Reiters, sondern auch eine schädliche Unregelmässigkeit der Schwingungen der Wage, welche die übliche Bestimmung der Gleichgewichtslage durch Ablesung einiger Schwingungen zum mindesten sehr unsicher macht.

Nimmt man z. B. an, dass an der vorerwähnten Wage der 20 mg-Reiter seinen Schwerpunkt 4 mm unter dem Unterstützungspunkte habe — etwas darunter ist er stets, weil sich der Reiter sonst nicht sicher aufrecht hält —, so würde der grösste Unterschied zwischen der immer senkrechten und der gegen den Balken unveränderten Stellung des Reiters bei einem Maximalausschlage von 3° einem Gewichtsunterschiede von $20 \frac{4 \sin 3^\circ}{150}$ oder 0,028 mg entsprechen. Um diesen Betrag bliebe, falls man nicht etwa auf die Endlage des Reiters besonders Acht hat und sie in Rechnung zieht, einerseits das Wägungsergebniss unsicher, andrerseits genügt der ihm entsprechende Stoss — denn die stattfindende plötzliche Vermehrung des Momentes wirkt wie ein solcher —, um bei grösserer Empfindlichkeit (z. B. von 1° pro mg) und mittlerer Zungenlänge (250 mm) einen plötzlichen Schwingungszuwachs von doppelt so viel Bruchtheilen des Grades oder mindestens einem halben Millimeter an der Scale hervorzubringen, was natürlich ganz unzulässig ist. Kleinere und besser geformte Reiter wären allerdings weniger schädlich, doch hätten kleinere Reiter auch kaum praktischen Zweck.

Wir kommen also zu folgenden Ergebnissen: Bei den feinsten Wägungen ist die Anwendung eines Reiters von solchem Gewicht, dass man davon wirklich Nutzen hätte, in der That weder zur Gewichtsbestimmung noch zur Tarirung anzurathen. Dagegen ist unter gewöhnlichen Umständen die Anwendung des Reiters von geeignetem Gewicht und günstiger Form nicht nur unbedenklich, sondern sogar in grösserem Umfange zulässig, als vielfach angenommen wird. Insbesondere bedingen hochliegende, aber der Schneidenebene parallele Lineale gar keine, schräge Lineale im Wesentlichen keine grösseren Fehler, als sie der Einrichtung aus anderen Gründen bereits anhaften. Die Anordnung eines besonderen Reiterlineales sollte und kann man stets vermeiden.

Man fertigt die Reiter aus Platin-, Silber- oder Aluminiumdraht in Hufeisenform mit oben angebogener Schlinge; ihre Verschiebung geschieht mittels eines in die Schlinge greifenden Hakens, der sich an einem dem Balken parallel laufenden, durch die Wand des Gehäuses reichenden und von aussen verstellbaren und drehbaren Metallstabe befindet. Der grosse Werth der Reiterverschiebung beruht daher zum grossen Theil auch darauf, dass sie das Oeffnen des Kastens einschränkt. Zu empfehlen ist es, die Beine des Reiters an den Enden etwas aus der Ebene des übrigen Theiles, und zwar einander entgegengesetzt, heraus zu biegen, damit der Reiter im Liegen leicht mit der Pincette gefasst werden kann. Von obigen drei Materialien kommt Silber wegen seiner leichten Oxydirbarkeit immer mehr ausser Gebrauch, wogegen die Anwendung des Aluminiums, dessen Luftbeständigkeit der des Platins gleichfalls, wenn auch weniger nachsteht, namentlich für kleinere Reiter immer mehr zunimmt, weil die aus ihm gefertigten Reiter wegen des Unterschiedes im specifischen Gewicht etwa neunmal grösser bezw. stärker ausfallen als gleich schwere Platinreiter.

Als Ersatz des Reiterlineales diente früher häufig der sogenannte **Präcisionsbogen**, ein mit dem Balken horizontal verbundener getheilter Halbkreis, auf welchem als Schiebegewicht ein horizontal drehbarer Zeiger spielt. Da bei dieser Einrichtung gleiche Verschiebungen nicht gleichen Uebergewichten entsprechen, wird sie heute wohl kaum noch angewandt.

(Fortsetzung folgt.)



Mittheilungen aus dem physiologischem Institute der Universität Rostock i. M.

Von
Custos und Hofmechaniker **H. Westien** in Rostock.

Fortsetzung. (Siehe Jahrg. 1885. S. 196).

12. Ophthalmometerplattenmodell nach Prof. Aubert.

Das Modell (Fig. 1) hat den Zweck, zu zeigen, wie die Ablenkung der Lichtstrahlen durch planparallele Glasplatten erfolgt, welche in der Anordnung wie beim Helmholtz'schen Ophthalmometer einen Winkel mit einander bilden. Jede Platte ist für sich in dem auf dem Ständer *E* befestigten Rahmen *AA* um eine verticale Axe *B*, *B* drehbar und zeigt den dahinter befindlichen verticalen Stab *C* ungebrochen, wenn die Glasplatten parallel zu einander in einer gemeinsamen Ebene stehen. Dreht man allmälig mittels des Knopfes *B* die eine Glasplatte um ihre Axe, so wird der Stab immer mehr disloeirt, je grösser der Winkel wird, welchen die Platte mit der anderen bildet; dreht man, wie es beim Ophthalmometer geschieht, die beiden Platten nach entgegengesetzter Richtung, so werden die Bilder des Stabes um die doppelte Grösse dislocirt und der Stab erscheint dann der Art, dass die linke Kante des einen mit der rechten Kante des andern Bildes eine ununterbrochene Linie bildet.

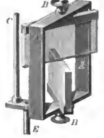


Fig. 1.

13. Zwerchfellstativ nach Prof. Aubert.

Dasselbe ist dazu construirt, nach Eröffnung der Bauchhöhle und Freilegung des Zwerchfelles die Bauchdecken und den *Processus xiphoideus* zu fixiren, so dass das Zwerchfell in seiner ganzen Ausbreitung übersehen werden kann und man nicht genöthigt ist, die sehr empfindlichen Bauchwandungen anzufassen oder auch nur zu berühren. Auf dem Ludwig'schen Kaninchenbrette werden zu beiden Seiten des Thieres ungefähr in der Höhe des Zwerchfelles die beiden Stahlstangen *A* und *A'* (Fig. 2) mittels der an ihnen befestigten Schraubzwingen *B* und *B'* festgeschraubt und durch den mit zwei Klemmvorrichtungen *C* und *C'* versehenen gerillten Messingstab *D* verbunden. Der kurze Doppelhaken *E* wird mit dem einen Ende in den *Processus xiphoideus* eingehakt und mit dem anderen über die gerillte Querstange, ungefähr in deren Mitte gehängt, wo er vermöge der Rillung an einer Verschiebung gehindert wird. Darauf wird die Stange *D* so hoch geschoben, dass der *Processus xiphoideus* genügend angespannt ist. Die beiden verstellbaren Doppelhaken *F* und *F'* dienen zum Halten der Bauchdecken; sie werden zunächst in letztere eingehakt, und erst nachdem die Ein-

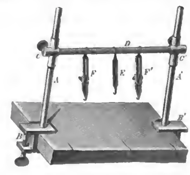


Fig. 2.

stellung des mittleren Hakens ausgeführt ist, vermöge ihres Schlitzes und ihrer Verschiebung auf der gerillten Stange nach beiden Seiten hin so adjustirt, dass die Bauchdecken mässig gespannt sind; eine zu grosse Spannung dislocirt das Zwerchfell und behindert seine Bewegungen, eine zu schwache beeinträchtigt die Beobachtungen. Das Zwerchfellstativ erleichtert die Demonstration der Zwerchfellsbewegungen in Vorlesungen, ist aber auch sehr geeignet, die Contraction der Zwerchfellsmuskulatur direct zu beobachten und z. B. die Differenzen derselben bei Reizung des *N. vagus* und des *N. laryngeus superior* zu sehen und zu demonstriren.

14. Augenbewegungsmodell nach Prof. Aubert.

Das Modell besteht aus der den Bulbus darstellenden Halbkugel *A* (Fig. 3), welche sich in der Pfanne *B* nach allen Richtungen hin bewegen lässt. An der Halbkugel *A* sind da, wo die Augenmuskeln an den Bulbus angesetzt sind, Stahlbandstreifen, welche die Augenmuskel vorstellen, befestigt.

Die beiden Stahlbandstreifen, welche den *M. rectus medialis* und den *M. rectus lateralis* vorstellen, sind durch die Spiralfeder *D* verbunden, diejenigen Stahlbandstreifen, welche den *M. rectus superior* und den *M. rectus inferior* darstellen, durch die Spiralfeder *E*. Erstere ist in der horizontalen,

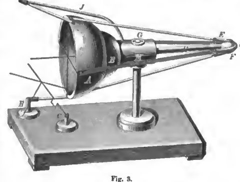


Fig. 3.

letztere in der verticalen Auskerbung der Kugel *F* eingelegt. Hierdurch wird zugleich die Halbkugel *A* in der Pfanne *B* gehalten. Die den *M. obliquus inferior* und den *M. obliquus superior* repräsentirenden Stahlbandstreifen tragen an ihren Enden kleine Spiralfedern, und zwar ist die Spiralfeder des ersteren an dem Säulchen *H*, diejenige des letzteren an dem Arme *J* befestigt. Durch einfaches Anziehen an einem der Stahlbandstreifen lässt sich die Wirkung des betreffenden Augenmuskels zeigen; ebenso lässt sich die combinirte Wirkung der graden und schiefen Augenmuskeln durch Bewegung der Halbhohlkugel in einem der Meridiane demonstriren.

Ferner ist bei *G* ein Charnier angebracht, welches gestattet, die Stange *K* sammt der mit Einkerbungen versehenen Kugel *F* nebst Muskeln seitlich bis zu einem Anschlage in dem Halter *M* zu bewegen, um den Muskeln diejenige Richtung zu geben, welche sie bei ihrem natürlichen Ansatze in der Augenhöhle haben. Ausserdem ist der Bulbus mit einem in ihm festen rechtwinkligen Coordinatensystem versehen, welches bei der Ruhestellung des Auges mit einem im Raume festen zusammenfällt. Bei Bewegungen des Bulbus sieht man dann, in welcher Weise die beiden Coordinatensysteme sich gegen einander verschieben, und wie gross der Winkel ist, welchen die im Bulbus festen gegen die im Raume festen Coordinatenaxen bilden. Das letztere System kann um ein Charnier *C* am Fusse desselben umgeklappt und dann wieder eingestellt werden, damit es die Bewegungen des Bulbus nicht beeinträchtigt.

15. Myographion zum Aufzeichnen von Hubhöhen.

Der Apparat wird im Rostocker physiologischen Institute dazu benutzt, die Hubhöhen zu registriren, welche bei Elektrotomusversuchen von dem Muskel geleistet werden und dient also zu demselben Zwecke, wie die berusste Glasplatte bei **Pflüger**'s Untersuchungen über den Elektrotomus.

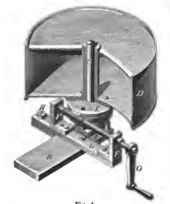


Fig. 4.

Auf der oberen Seite einer Parallelklemme[1]) ist eine Messingplatte *B* (Fig. 4) aufgeschraubt, welche an ihrem einen Ende die verticale Axe *C* trägt. Auf letzterer steckt der an seiner unteren Seite mit einem Wurmrade *E* versehene Schreibcylinder *D*; in dieses Rad *E* greift eine Schraube ohne Ende ein, die sich in den Axenlagern *FF* durch die Kurbel *G* drehen lässt. Die Axenlager *FF* sind auf einer um die Ansatzschraube *H* horizontal beweglichen Querschiene *L* befestigt, welche durch die Spiralfeder *J* stets nach der Axe *C* herangezogen wird, wodurch die Schraube ohne Ende immer sanft an das Zahnrad *E* gedrückt und jeder todte Gang im Eingriff beseitigt wird.

Soll der Cylinder *D* mit Schreib- oder Glanzpapier umspannt werden, so drückt man die die Axenlager tragende Schiene *L* von dem Zahnrade weg und kann dann den Cylinder sammt letzterem von der Axe abheben. Nach dem Wiederaufsetzen bringt die Feder *J* die Schraube mit dem Wurmrade wieder in Eingriff.

Legt man am Pflüger'schen Myographion die am Muskelende angebrachte Schreibfeder an die Papierfläche an, so erhält man leicht die **Marey**'sche *imbrication laterale*, indem man durch viertel, halbe, dreiviertel oder ganze Kurbelumdrehung den Cylinder kleinere oder grössere Strecken an dem Schreibstift vorbeibewegt. Die Hubhöhen des Muskels sind dann alle neben einander geschrieben und lassen sich leicht vergleichen.

16. Verbesserte Universalklemme nach H. Westien.

Die im Jahrg. 1885 dieser Zeitschrift in ihrer Construction und vielfachen Anwendungen näher beschriebene Universalklemme hat inzwischen noch eine Verbesserung erfahren, wodurch nicht allein ihre Herstellung etwas erleichtert, sondern auch das Gebiet ihrer Anwendbarkeit noch beträchtlich erweitert worden ist. Sie gestattet durch eine einzige Schraubendrehung einen Retortenhalter oder einen Gegenstand, der mit einer beliebigen (runden, ovalen, dreikantigen, quadratischen oder flachen) Stange versehen ist, an einem Stative oder an einer Tischplatte sicher zu fixiren. Die Stativstange kann je nach der Grösse der verwandten Klemme von 2 bis 9 mm oder von 5 bis 13 mm oder von 7 bis 15 mm variiren und kann ebenfalls im Querschnitt rund, oval, dreikantig, quadratisch oder flach sein. Die Construction ist folgende: Auf dem mit einem hakenförmigen Kopf versehenen Bolzen *A* (Fig. 5) befindet sich die Hohlscheibe *B*, das Klemmstück *C* und die Flügelmutter *D* nebst

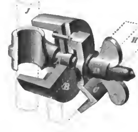


Fig. 5.

[1]) Vgl. diese Zeitschr. 1884 S. 80.

Unterlegscheibe. Die Mutter D hat ihr zugehöriges Gewinde auf dem Bolzenende und presst beim Anziehen einerseits das Klemmstück C und die Hohlscheibe B gegen einander, wodurch die in die winkelförmige Auskerbung des Klemmstückes gesteckte Stange H geklemmt wird, anderseits aber auch den Bolzenkopf sowohl als auch die Hohlscheibe gegen die Stativstange J, so dass zugleich diese und die Stange H in unveränderlicher Weise gegen einander fixirt werden. (Fortsetzung folgt.)

Das Totalreflectometer und seine Verwendbarkeit für weisses Licht.

Von
Dr. C. Pulfrich in Bonn. (II. Mittheilung).

Die hübschen Resultate, welche das im Anschluss an meine erste Mittheilung in dieser Zeitschrift S. 16 bis 27 beschriebene Instrumentchen, das Krystallrefractoskop bei Benutzung von Sonnenlicht ergeben, haben in mir den Gedanken wachgerufen, die Anwendbarkeit des Totalreflectometers auch auf weisses Licht auszudehnen.

Im Gegensatz zu der scharfen Grenzlinie zwischen hell und dunkel bei Beleuchtung mittels der Natriumflamme, tritt bekanntlich für weisses Licht ein glänzendes farbiges Band auf, welches Newton den „blauen Bogen" genannt hat. Hält man daran fest, dass, wie bereits hervorgehoben, dasselbe kein eigentliches Spectrum ist, sondern seinen Ursprung lediglich der verschiedenen Lage der Grenzlinie für verschiedene Farben verdankt, so ist klar, dass jede einzelne Grenzcurve in Folge der Uebereinanderlagerung der Farben sich der Wahrnehmbarkeit entzieht. Nur das Spectroskop bietet deshalb die Möglichkeit, die Grenzcurven für jede einzelne Farbe sichtbar und der Messung zugänglich zu machen.

Die Herren Mach und Arbes haben vor Kurzem[1]) in ihren „Versuchen über totale Reflexion und anomale Dispersion" die spectrale Auflösung dieses Farbengemisches in eleganter Weise zu einer bequemen und übersichtlichen objectiven Darstellung der anomalen Dispersion verwandt, nach dem „Princip der Kreuzung einer anomalen Totalreflexion und einer normalen Brechung".

Das mir gesteckte Ziel habe ich durch Anwendung eines einfachen Spectroskopes mit gerader Durchsicht und einer mit diesem fest verbundenen Scale erreicht. Ueber die Einzelheit der Einrichtung soll nachher berichtet werden. Ich will jedoch vorab bemerken, dass dieselbe Anwendung natürlich auch für andere Totalreflectometer gilt. Was beispielsweise das Kohlrausch'sche angeht, so lasse man zunächst das Fadenkreuz mit der Grenzlinie, welche sich bei Beleuchtung mittels Natriumlichtes[2]) zeigt, zusammenfallen. Hierauf werde hinter die Natriumflamme behufs Beleuchtung mit weissem Licht ein Argandbrenner gestellt, und nun der Ocularauszug des Fernrohres entfernt. Ein vorgehaltenes Taschenspectroskop, dessen Spalt horizontal liegt und möglichst mit der früheren Lage des Fadenkreuzes zusammenfällt, zeigt dann eine scharfe Grenzcurve, welche das Spectrum schräg durchzieht bezw. abschneidet. Soll diese in allen Theilen des Spectrums gleichmässig scharf hervortreten, so muss

---

[1]) Rep. der Physik. 22. S. 31. 1886. Vergl. auch Mach und Osnobischin, Anz. der Wien. Akad. 1875. — [2]) Auch bei dem Kohlrausch'schen Totalreflectometer stelle ich die Flamme verhältnissmässig weit vom Apparate auf. Die Strahlen werden durch eine Linse auf der Krystallplatte vereinigt. Dadurch erzielt man neben einer grossen Helligkeit, in Folge deren die Grenze besonders bei streifendem Lichteintritt sehr gut sichtbar wird, dasselbe wie bei Benutzung eines transparenten Schirmes, indem die diffuse Beleuchtung hier durch solche Lichtstrahlen bewirkt wird, welche unter möglichst verschiedenen Einfallswinkeln auffallen.

die Achromasie des Fernrohrobjectivs eine möglichst vollkommene sein. Die gleichzeitige Anwendung von homogenem Lichte der im Bunsen'schen Brenner verflüchtigten Salze hat zur Folge, dass sich die zugehörigen Spectrallinien als horizontale und durch die Grenze einseitig abgeschnittene Geraden bemerkbar machen. Ein vor dem Spalt befindlicher Querfaden erscheint als eine das Spectrum vertical durchziehende dunkle Linie; dieselbe vertritt bei der Messung den Verticalfaden des Fadenkreuzes und wird auf den Durchschnitt von Spectrallinie und Grenze eingestellt.

Ersetzt man deshalb das kleine Fernröhrchen des Kohlrausch'schen Totalreflectometers durch ein grösseres, wie das bei meinen Beobachtungen mit diesem Instrument über die Totalreflexion an Kalkspath[1]) wirklich geschah, und sorgt für eine genügend feste Verbindung des Spectroskopes mit dem ganzen Instrumente, so ist ersichtlich, dass das Kohlrausch'sche Totalreflectometer sich durch diese Zugabe zu einem brauchbareren Messinstrument gestaltet und sehr viel mehr damit erreicht werden kann als ohne dieselbe.

Ich bemerke noch, dass die Ausrüstung des im hiesigen physikalischen Institut befindlichen Kohlrausch'schen Totalreflectometers mit einem kleinen Taschenspectroskop in der beschriebenen Weise definitiv ausgeführt worden ist und mit dem so abgeänderten Apparat gegenwärtig Messungen ausgeführt werden, über deren Ergebniss später geeigneten Ortes berichtet werden soll.

Kehren wir indess zu unserem Instrument zurück! An der Stelle, wo die durch die Objectivlinse in das Fernrohr eintretenden Strahlen sich vereinigen, also dort, wo sich früher das Fadenkreuz befand, liegt jetzt der horizontal oder vertical gestellte Spalt eines geradsichtigen Spectroskopes. Der Spalt selbst ist, nachdem der ganze Apparat zusammengesetzt ist, von aussen leicht durch Drehen der runden Spaltplatte zu öffnen bezw. zu verengern, ebenso wie das an den Browning'schen Taschenspectroskopen der Fall ist. Vor dem Spalt ist ein Querfaden angebracht.

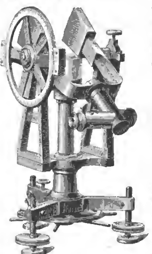


Fig. 5.

Hinter dem Spalt befinden sich zwei Linsen von kurzer Brennweite, ein sog. Ramsden'sches Ocular, und ein aus drei Prismen zusammengesetzter Prismensatz. Die Dispersion ist so gewählt, dass das ganze Gesichtsfeld ausgenutzt wird. Die letzte Prismenfläche wirkt gleichzeitig als Spiegel für eine hinter einer Lupe befindliche photographirte Scale. Die Beleuchtung der Scale erfolgt bequem durch einen seitwärts auf dem Tische ausgebreiteten Papierbogen. Nachdem einmal durch Einzeichnen der bekannten Spectral- und Sonnenlinien die Wellenlängen der einzelnen Scalentheile (20 bis 30 auf das ganze Spectrum) bekannt und fixirt sind, bietet die Scale den grossen Vorzug, jede künstliche homogene Lichtquelle zu ersetzen.

Bei den gegenwärtig von Herrn Wolz hergestellten Instrumenten ist bei Anfertigung der Fernrohre bereits auf die Ersetzbarkeit des Ocularrohres durch das beschriebene Spectroskop Rücksicht genommen. Ist das letztere eingeschoben, so steht es nur um ein Geringes über der Ebene des

[1]) Neues Jahrb. für Min. Beil. Bd. V. 1886.

verticalen Theilkreises hervor. Der nach einer Photographie ausgeführte Holzschnitt Fig. 5 zeigt den ganzen Apparat, jedoch ohne das Spectroskop. Die Bedentung der einzelnen in der Figur sichtbaren Theile ist nach dem Früheren wohl ohne Weiteres deutlich.

An dem Versuchsinstrument, mit welchem die in meiner ersten Mittheilung beschriebenen Beobachtungen ausgeführt worden sind, konnte die Anbringnng eines kleinen Pariser Taschenspectroskopes verhältnissmässig leicht bewerkstelligt werden. Auf den Vortheil einer Scale musste ich freilich bei meinen Beobachtungen verzichten.

Um den Gesammteindruck der Erscheinnng zu veranschaulichen, welche sich mit diesem so eingerichteten Apparate darbot, sind in den Figuren 6 und 7 die beobachteten Effecte für unsere schon mehrfach erwähnte Qnarzplatte und eine

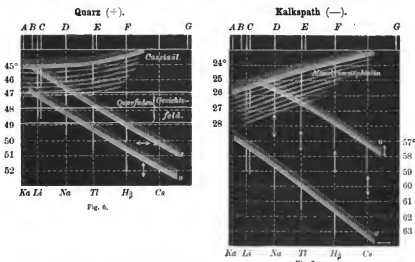


Fig. 6.

Fig. 7.

Kalkspathplatte, beide parallel der Axe geschliffen, fixirt. Die beiden unteren Curven entsprechen dem ordentlichen und ausserordentlichen Spectrum der Krystalle. Der Doppelpfeil soll die Lage der kurzen Diagonale des vorgehaltenen Nicols angeben, bei welcher Stellung die bezeichnete Grenze sichtbar war. Die von der Flüssigkeitsschicht zwischen Cylinder und Objectplatte herrührende obere Grenze tritt besonders schön bei Benntzung einer aufgekitteten Glasröhre auf, da dadurch der streifende Eintritt in die Flüssigkeitsschicht wesentlich erleichtert wird.

Die früher erwähnten Interferenzstreifen durchziehen als dunkle Banden das Spectrum unterhalb dieser Grenze. Dass letztere das Farbenspectrum in anderer Richtung abschneidet als die Krystallcurven, hat seinen Grund in der überwiegenden Dispersion der Flüssigkeit gegenüber derjenigen des Cylinders, sofern die Beziehung: $\sin i_\lambda = \sqrt{N_\lambda^2 - n_\lambda^2}$ vorliegt.

Interessant in dieser Richtung verhält sich Cassiaöl. Wie ans Fig. 6 ersichtlich, sind für alle Farben die Austrittswinkel nahezu gleich. Entzieht man dem Oel durch Verdunsten einen Theil seiner aetherischen Bestandtheile, so geht das blane Ende der Curve in die Höhe. Setzt man Aether zu, so nähert sich das Aussehen dem der Grenzcurve für Qnarz.

Setzte ich der in der aufgekitteten Glasröhre befindlichen Flüssigkeit (α-Monobromnaphtalin z. B.) alkoholische Cyaninlösung zu, so war die Erscheinung der anomalen Dispersion sehr klar ausgesprochen. Die alkoholische Lösung ($n = 1,36$) für sich allein war mit dem Glascylinder nicht zu erreichen.

In Fig. 7 zeichnet sich die Grenzcurve für α-Monobromnaphtalin dadurch aus, dass sie die ordentliche Kalkspathcurve im Orange scharf abschneidet. Oberhalb derselben ist von einer Fortsetzung der Kalkspathcurve nichts mehr zu sehen. Denn hier ist der Fall eingetreten, dass n_λ, der ordentliche Brechungsindex des Kalkspathes, grösser ist als der Brechungsindex der Flüssigkeit und deshalb keine Totalreflexion mehr möglich ist[1]). Durch Erhöhung der Zimmertemperatur wandert die Curve nach unten, der Durchschnittspunkt rückt dem Blau zu.

Was die Wanderung der ausserordentlichen Grenzcurve bei verändertem Azimuthe betrifft, so bot sich bezüglich Quarz, parallel der Axe geschliffen, wieder die ähnliche Erscheinung, wie ich sie früher bei homogenem Natriumlicht ohne Benutzung des Spectroskop-Oculares gesehen und beschrieben habe. Die untere in Fig. 6 mit *o* bezeichnete Curve bleibt constant, wohingegen sich die obere, *e*, parallel mit sich selbst verschiebt und für den Fall, dass die optische Axe in die Einfallsebene fällt, mit *o* sich vereinigt.

Einen etwas anderen Charakter hat die Erscheinung bei horizontal gestelltem Spalte. Der Querfaden erscheint jetzt vertical. Die beiden Grenzen liegen horizontal, parallel zu den Spectrallinien.

Auch bei Gips umfasst das Gesichtsfeld die drei Extremcurven des zweiaxigen Krystalles (vergl. I. Mittheilung S. 25) und hier macht sich besonders das gegenseitige Durchschneiden der beiden Grenzcurven für eine parallel zur optischen Axenebene gelegte Ebene sehr elegant. Da nach den Beobachtungen des Herrn V. v. Lang der optische Axenwinkel sich für verschiedene Farben verschieden verhält, eine Erscheinung, die man als Dispersion der optischen Axen bezeichnet, so leuchtet ein, dass man mit dem Apparat diese Dispersion direct messen kann, falls man nur eine die optische Axenebene enthaltende Fläche vor sich hat. Bei Gips ist diese Abweichung etwas gering, auffallend stark hingegen bei Seignettesalz und einigen anderen Krystallen[2]).

Was Kalkspath angeht, so waren die Extremgrenzcurven sehr scharf ausgeprägt. Da indess bei der starken Doppelbrechung des Kalkspathes stark gegen die Horizontale geneigte Grenzcurven an der Mantelfläche des Cylinders zur Brechung gelangen, so war die genaue Beobachtung der Grenzcurve in den Mittellagen nur durch Anbringung eines Spaltes vor dem Objectiv mit symmetrisch sich bewegenden Schneiden möglich. Letzterer in Verbindung mit dem Spectroskopspalt schwächt zwar die Lichtmengen einigermaassen, lässt aber die Grenzcurve selbst in allen Mittellagen scharf hervortreten. Ohne diese Schutzvorrichtung, welche aus dem Mantel ein schmales verticales Flächenelement herausgreift, bleibt die Grenze verschwommen und verwaschen auch bei homogenem Lichte ohne Spectroskop[3]). Ich bemerke ausdrücklich, dass für Quarz, wo die Brechungsindices so nahe zusammenliegen, ohne Benutzung des Spaltes nur eine sehr geringe

---

[1]) Vergl. I. Mittheilung S. 17. α-Monobromnaphtalin hat eine etwa 2 bis 3 mal stärkere Dispersion als Kalkspath.

[2]) Brookit, Glauberit, Bleizucker und andere; vergl. Müller-Pouillet-Pfaundler Lehrb. der Physik. II. 1879. S. 188. — [3]) Groth, Physikal. Krystallographie. 2. Aufl. 1885. S. 112. Ueber diese und verwandte Dinge soll später geeigneten Ortes berichtet werden.

Verwaschung für die Mittellagen zu bemerken war. Indess ist auch hier der Einfluss des Spaltes nicht zu verkennen[1]).

In gewisser Beziehung hat das Undeutlichwerden der mittleren Grenzcurvenstücke, den Spalt vor dem Objectiv dabei fortgedacht, einen Vorzug, sofern die Lage der Hauptgrenzcurven sich durch das Maximum der Schärfe auszeichnet, zumal da hier gleichzeitig der Sinn der Bewegung der Curve sich meist ändert. Im Allgemeinen begnügt man sich mit der Bestimmung der Extremindices. Sollten zur Prüfung einer Theorie auch die Mittellagen der Grenzcurven messend verfolgt werden, so ist von dem Spalt vor dem Objectiv Gebrauch zu machen.

Von einer Bestimmung des Neigungswinkels der Grenzlinie gegen die Horizontale, wie solches von mir bei Natriumlicht und einem mit drehbarem Fadenkreuz eingerichteten Ocular des Kohlrausch'schen Totalreflectometers behufs Prüfung der Theorie ausgeführt worden ist[2]), kann hier natürlich nur in beschränkter Weise die Rede sein.

Dies ist zwar ein Nachtheil dem Kohlrausch'schen- und Prismenverfahren gegenüber, bei denen man es mit planen Austrittsflächen zu thun hat; er wird aber durch weit grössere Vortheile aufgehoben. Nachdem einmal die Neigung der Grenzlinie unter möglichst verschiedenen Verhältnissen theoretisch wie experimentell behandelt worden ist, und ferner aber mit blossem Auge auch bei Natriumlicht-Beleuchtung die haarscharfe Curve in allen ihren Lagen beobachtet werden kann, dürfte eine weitere Bestimmung des Neigungswinkels kein grösseres Interesse mehr beanspruchen, da man sich doch in Zukunft wohl damit begnügen wird, die Lichtgeschwindigkeiten der den Krystall unter verschiedenen Azimuthen durchsetzenden Strahlen zu messen; letzteres ist, wie oben ausgeführt, mit meinem Instrument möglich.

Die im Folgenden mitgetheilten Messungen beziehen sich auf eine grössere Reihe ein- und zweiaxiger Krystalle; dieselben stammen meist aus dem optischen Institut des Herrn Steeg. Ausser einigen farblosen sind auch mehrere kleine, dichroitische Krystallwürfel und zum Schluss noch einige natürliche Flächen von Krystallen untersucht worden.

Zur Bestimmung des Brechungsindex des auf dem Cylinder liegenden Objectes lässt man den Querfaden (Fig. 6) mit dem Durchschnittspunkt der betreffenden Spectrallinie und der Grenze zusammenfallen und liest am Theilkreise ab. Da nun aber durch Anbringung des Spectroskopes die Einstellung mit Gauss'

[1]) Vergl. hierüber Mittheilung I. S. 19. — Ein einfacher Versuch, der mit geringen Hilfsmitteln ausführbar ist, möge die Wirkungsweise kugelförmig gewölbter Oberflächen auf die Grenzstrahlen bezw. Grenzcurven einigermaassen veranschaulichen. Man lege eine planconvexe Linse (Beleuchtungslinse) auf einen weissen Papierbogen. Von hier fallen unter den Einfallswinkeln von 0 bis 90° auf die untere Planfläche Lichtstrahlen auf, die in das Glas ($n = 1{,}51$) eindringen, aber mit dem Grenzwinkel $s = 41°{,}5$ abschliessen. Ein direct über der Linse befindliches Auge wird daher den ganzen Untergrund erleuchtet sehen. Sobald aber der Beobachter in einer mehr geneigten Richtung gegen die Horizontale nach der Linse hinsieht, zeigt sich eine gerade, horizontalliegende, scharfe Grenze, die senkrecht zur Beobachtungsrichtung verläuft und bei einigermaassen grösseren Linsen einen farbigen Saum hat. Das mit der Grenze beginnende Gebiet vollständiger Dunkelheit (sofern nicht Reflexe die Erscheinung stören) schiebt sich, während der Beobachter den Kopf stetig senkt, vom Rande anfangend, schliesslich über die ganze Linse hinweg. Die Construction bestätigt den Vorgang. Die Grenze verschwindet, sobald man den Zwischenraum zwischen Glasfläche und Papier mit Wasser ausfüllt. — Die Grenze ist nur mit blossem Auge sichtbar, nicht aber mit dem auf unendlich eingestellten Fernrohr, da die jedesmalige Lage der Grenze an die Stellung des Auges geknüpft ist. — [2]) Pulfrich, N. Jahrb. l. c.

schem Ocular unmöglich geworden ist, so ist man zur Bestimmung des Nullpunktes auf einen kleinen Umweg angewiesen. Man berechnet unter Zugrundelegung des Brechungsindex N_D des Cylinders und des bekannten Brechungsindex n_D für den ordentlichen Strahl beispielsweise von Quarz den Winkel i und stellt den Querfaden auf den Durchschnitt der Natriumlinie mit der Grenze ein. Die Subtraction des Winkels i von der Ablesung am Theilkreise giebt so den Nullpunkt für alle übrigen Einstellungen. — Man kann indess auch das Fernrohr auf die andere Seite des Cylinders bringen und durch entgegengesetzte Beleuchtung den Winkel $180° + 2i$ messen. Auf diese Weise gelangt man ebenfalls zum Nullpunkt.

Dieser Nullpunkt hat somit für alle Messungen, welche mit demselben Cylinder ausgeführt werden, eine constante Lage. Man ist also im Stande, mit einer einzigen Einstellung den Brechungsindex zu finden.

Verzichtet man darauf, eine empirische Theilung am Theilkreise anzubringen, welche den Brechungsindex sofort angiebt, ferner auf die Anwendung einer fertigen Tabelle, so geschieht die Berechnung wieder nach der bequemen Formel:

$$n_\lambda = \sqrt{N_\lambda^2 - \sin^2 i_\lambda},$$

worin N_λ den Brechungsindex des Cylinders für diejenige Farbe (λ) bedeutet, für welche die Messung des Winkels i erfolgte.

Unter Voraussetzung der Mascart'schen Zahlen für Quarz, sowie der bekannten Brechungindices eines bereits früher erwähnten Glasprismas wurden für die sieben in der Tabelle zusammengestellten Spectrallinien folgende Werthe erhalten:

Brechungsindices des Cylinders.[1])

Spectral-Linien.	Wellenlänge.	N.
(A) $K\alpha_\alpha$	0,7601	1,7020
Li	0,6705	1,7070
(C) H_α	0,6562	1,7083
(D) Na	0,5889	1,7151
Tl	0,5349	1,7228
(F) H_β	0,4861	1,7324
Cs_α	0,4587	1,7406

Die fünf Linien Ka_α, Li, N_α, Tl und Cs_α wurden durch Verflüchtigen der betreffenden Salze in der Flamme des Bunsen'schen Brenners erzielt. Die Flamme stand wieder etwa 1 m weit vom Apparat entfernt hinter einem Schirm mit nicht zu grosser Oeffnung. Durch einen hinter dem Bunsen'schen aufgestellten Argandbrenner wurde gleichzeitig weisses Licht in die Krystallplatte gesandt.

Zur Erzeugung des Wasserstoffspectrums bediente ich mich einer Geissler'schen Longitudinalröhre, die ebenfalls in einer Entfernung von 1 m befestigt war und deren Licht durch eine Linse auf der Platte vereinigt wurde. Das Resultat war ein recht glänzendes Wasserstoffspectrum; indess habe ich nur zeitweise die violette Linie H_β in Rücksicht gezogen. Auf Anwendung von Sonnenlicht musste ich der anhaltenden trüben Witterung wegen einstweilen verzichten.

[1]) Leider ist durch ein Versehen des Verf. in Fig. 2 der 1. Mitth. S. 23 irrthümlich für N_D der Werth 1,7153 angegeben, während im Text überall die richtige Zahl 1,7151 steht. — Auch muss es S. 21 heissen: 34° 39′ statt 34° 43′.

Die Spectrallinien der obigen Zusammenstellung sind gleichmässig über das Spectrum verbreitet. Li_α erleichtert wegen der Nähe an H_α die Beurtheilung des Fehlereinflusses.

Man sieht aus den folgenden Tabellen:

Quarz parallel der Axe (Fig. 6)

Ordentlicher Strahl ↕. Ausserordentlicher Strahl ⟷.

Linie.	i	n	Diff. gegen Mascart.	i	n	Diff. gegen Mascart.
$K\alpha_\alpha$	46° 36′	1,5391	— 0.8	44° 58′	1,5483	— 1.8
Li	47 12	1,5413	—	45 36	1,5503	—
H_α	47 21	1,5418	+ 0.8	45 44	1,5509	+ 0.5
Na	48 16	1,5442	+ 0.3	46 39	1,5533	+ 0.8
Tl	49 22	1,5467	—	47 43	1,5559	—
H_β	50 46	1,5496	+ 0.6	48 58	1,5591	— 1.3
Cs_α	52 3	1,5517	—	—	—	—

Kalkspath parallel der Axe (Fig. 7.)

	Linie.	i	n	Differenz gegen Rudberg.	Differenz gegen Mascart.
α-Monobromnaphtalin. — Zimmertemperatur 10° C.	Li	25° 37′	1,6513	—	—
	Na	25 2	1,6621	—	—
	Tl	24 33	1,6722	—	—
Kalkspath ord. Strahl ↕	Durchschnitt	25° 28′	—	—	—
	Na	25 54	1,6585	0.0	— 0.4
	Tl	26 48	1,6625	—	—
	H_β	27 59	1,6677	+ 3.2	+ 2.4
Kalkspath extraord. Strahl ⟷	Li	57° 32′	1,4839	—	—
	H_α	57 39	1,4848	— 2.5	— 0.6
	Na	58 48	1,4865	— 1.5	— 0.5
	Tl	60 11	1,4884	—	—
	H_β	61 57	1,4907	+ 0.4	+ 1.4

dass selbst eventuelle Fehler bis zu 5′ in der Bestimmung von i den Brechungsindex n erst bis zu 3 Einheiten in der 4. Decimale unsicher machen. Bedenkt man, dass ich mit meinem Theilkreis 10′ direct ablesen, 2 bis 3′ noch schätzen konnte, dass aber bei den neu gebauten Instrumenten 1′ direct ablesbar, halbe und drittel Minuten noch bequem zu schätzen sind, und berücksichtigt ferner, dass die erwähnten Fehlergrössen nur für die verhältnissmässig ungünstigste Lage des Fernrohres (i = etwa 45°) gelten[1]), für grössere und kleinere Austrittswinkel sich bedeutend vermindern, so leuchtet ein, dass unsere Methode die 5. Dec. mit Leichtigkeit sicher zu stellen im Stande ist. In dieser Hinsicht wetteifert der Apparat selbst mit einem besseren Spectrometer.

Natürlich ist Bedingung, dass der Index des Glascylinders für alle Farben mit ausreichender Schärfe bekannt sein muss, was aber durch spectrometrische Bestimmung mit dem beigefügten Prisma leicht erzielt werden kann, im Uebrigen bei der Messung selbst beständige Controle erfährt.

[1]) Vgl. die Fehlerrechnung S. 23, I. Mittheilung.

Ausser Quarz und Kalkspath wurden noch folgende wasserklare Krystalle untersucht:

1. a) Eine rechteckige **Gipsplatte** zum Erwärmen senkrecht zur Mittellinie geschliffen.
   b) Eine runde **Gipsplatte**, parallel zur optischen Axenebene geschliffen (vergl. S. 7).
2) **Arragonit von Böhmen.**
3) **Apophyllit von Tyrol.**
4) **Baryt von England.**
5) **Phenakit vom Ural.**
6) **Glimmerplättchen.**

Wie man aus den Tabellen erkennt, waren für Arragonit β und γ und für Phenakit *o* mit Monobromnaphtalin, welches ich für Indices bis herauf zu 1,65 als eine sehr angenehme und handliche Flüssigkeit empfehlen kann, die fraglichen Grenzcurven nicht zu erreichen. Die von Herrn **Abbe** für höhere Indices vorgeschlagene Substanz, **Arsenbromür** ($N_D(24°) = 1,781$) ist „oberhalb 20 bis 28° eine fast farblose, ölige, nicht flüchtige, chemisch anscheinend indifferente" Flüssigkeit. Unterhalb der bezeichneten Temperatur erstarrt die etwas röthlich gefärbte Flüssigkeit zu einer weissen krystallinischen Masse. Leider habe ich keine bessere Flüssigkeit ausfindig machen können, die sich durch einen so hohen Brechungsindex auszeichnet, ohne an anderen Uebelständen zu leiden. Bei Arsenbromür ist das Arbeiten mit einer giftigen Flüssigkeit in einem stark eingeheizten Zimmer gerade nicht angenehm. Ich habe schliesslich Phosphor in Schwefelkohlenstoff ($N = 1,71$) für Arragonit β und γ verwandt. Die Grenzen erschienen indess nicht recht scharf, was wohl durch die Verdunstung des Schwefelkohlenstoffes am Rande und die dadurch bedingte ungleiche Aenderung der Schicht seine Erklärung findet.

1) **Gips** (t=14°) (+)

Linie.	α ⟷	β ⟷	γ ↕
Li	1,5172	1,5190	1,5260
H_α	1,5184*	1,5203*	1,5273*
Na	1,5200	1,5220	1,5292
Tl	1,5221	1,5246	1,5315
H_β	1,5268*	1,5288*	1,5357*
Nach **Ångström** (19°):			
D	1,5206	1,5227	1,5297
Nach **V. v. Lang** (16,8°):			
D	1,5207	1,5228	1,5305
Nach **Quincke**:			
D	1,5201	1,5230	1,5294
Nach **F. Kohlrausch** (26°):			
D	1,5183 1,5198	1,5206 1,5216	1,5280 1,5289
Nach **W. Kohlrausch**:			
D	1,5190	1,5211	1,5285

2) **Arragonit von Böhmen** (—).

Linie.	α ↕	β ⟷	γ ⟷
Li	1,5272	1,6766	1,6809
Na	1,5300	1,6816	1,6860
Tl	1,5325	1,6856	1,6908
Nach **Rudberg**:			
D	1,53013	1,68157	1,68589

3) **Apophyllit von Tyrol** (—):

Linie.	*o* ↕	*e* ⟷
Li	1,5369	1,5340
Na	1,5404	1,5379
Tl	1,5429	1,5405
Nach **F. Kohlrausch** für Ap. (+):		
D	1,5343	1,5369
Nach **Des Cloizeaux** für Ap. (Nalsöe) (+):		
D	1,5317	1,5331

4) **Baryt von England** (+).

Linie.	α ←→	β ←→	γ ↕
Li	1,6334	1,6344	1,6450
Na	1,6368	1,6379	1,6486
Tl	1,6398	1,6411	1,6520

Nach **Heusser** für Schwerspath, Engl.:

D	1,63630	1,63745	1,64797

5) **Phenakit vom Ural** (—):

Linie.	o ↕	e ←
Li	—	1,6495
Na	—	1,6527
Tl	1,6703	1,6555

Nach **Grailich** für Ph. (+):

D	1,6544	1,6703

6) **Glimmerplättchen** (—).

Linie.	α ↕	β ←→	γ ←→
Li	1,5566	1,5899	1,5943
Na	1,5601	1,5936	1,5977
Tl	1,5635	1,5967	1,6005

Nach **Kohlrausch**:

Na	1,5609	1,5941	1,5997

Nach **Matthiessen**:

Na	1,5692	1,6049	1,6117

Zum Vergleich habe ich auch Messungen anderer Beobachter hinzugefügt. In Folge der Verschiedenheiten und der Fundorte der Krystalle variiren die Brechungsindices oft beträchtlich.

Den Bestimmungen für H_α und H_β bei Gips und Topas lege ich kein grosses Gewicht bei. Dieselben sind offenbar zu gross geworden.

Die Messungen an **gefärbten Krystallen** beziehen sich auf:

7) **Topas** röthlich.
8) „ von **Brasilien** (weingelb).
9) **Pennin** (grünroth).
10) **Turmalin** (röthlich) von **Kärnthen**.
11) „ (grün) von **Sibirien**.
12) **Cordierit** (blau).

Die Beobachtung war selbst bei dem ordentlichen Spectrum von Turmalin trotz der starken Absorption[1]) und der kleinen, etwa 1/4 qcm grossen Fläche eine verhältnissmässig günstige. Die Grenzen waren im gelb-grünen Theil noch ziemlich scharf, zeigten aber dem Roth und Blau zu Verwaschungen. Insbesondere auch bei Pennin waren in Folge der sehr starken Absorption die Grenzen verschwommen, aber immerhin noch deutlich sichtbar. Der den einzelnen Beobachtungen beigesetzte Stern deutet eine Ungenauigkeit der Einstellung in Folge dieses Umstandes an. Gerade in Hinsicht der Untersuchung gefärbter Objecte möchte ich noch auf eine Thatsache aufmerksam machen, die bisher noch nicht hervorgehoben worden ist.

Zu dem grossen Vortheil der Methode, eine erhebliche Menge Licht in den Krystall senden zu können, gesellt sich noch ein zweiter, der nicht weniger wichtig ist. Bekanntlich hat man es bei der Beobachtungsweise mit streifend einfallendem

[1]) Vergl. **Pulfrich**, Absorption in dichroitischen Krystallen, Wiedem. Ann. **14.** S. 129.

7) Topas (röthlich) (+).

Linie.	α ←→	β ←→	γ ↕
Li	1,6257	1,6274	1,6338
H_α	1,6260*	1,6280*	1,6351*
Na	1,6288	1,6303	1,6369
Tl	1,6310	—	1,6390
H_β	1,6363*	1,6375*	1,6437*
Nach Feussner:			
D	1,6156	1,6181	1,6251
Nach Rudberg f. Topas von Brasilien (weiss):			
D	1,61161	1,61375	1,62109

8) Topas von Brasilien (weingelb) (+).

Linie.	α ←→	β ←→	γ ↕
Li	1,6275	1,6291	1,6356
Na	1,6305	1,6325	1,6387
Tl	1,6330	1,6351	1,6416

9) Pennin (grün-roth) (—).

Linie.	o ↕	e ←→
Li	1,5922	1,5816
Na	1,5956	1,5854
Tl	1,5992	1,5902

10) Turmalin v. Kärnthen (röthlich) (—).

Linie.	o ↕	e ←→
Li	1,6304*	1,6083*
Na	1,6345	1,6124
Tl	1,6374	1,6146

11) Turmalin v. Sibirien (grün).

Linie.	o	e
Li	1,6389*	1,6185
Na	1,6425	1,6220
Tl	1,6449*	1,6240*
Nach Des Cloizeaux für T. (farblos):		
D	1,6366	1,6193

12) Cordierit (blau) (+).

Linie.	α ←→	β ←→	γ ↕
Li	—	—	1,5427
Na	1,5384	1,5401	1,5438
Tl	—	—	1,5468
Nach Des Cloizeaux:			
orange	1,535	1,541	1,546

Lichte im Gegensatz zu der Beleuchtungsart mit reflectirtem Lichte mit dem schroffen Gegensatz zwischen Hell und Dunkel zu thun. Der hell erleuchtete Theil des Gesichtsfeldes verdankt seinen Ursprung den vom Object in den Cylinder partiell gebrochenen Strahlen. Dieselben werden aber (was bei dem reflectirten Lichte nicht der Fall ist,) wie aus der folgenden kleinen Zusammenstellung ersichtlich ist, auf einen sehr kleinen Winkelraum zusammengefasst.[1]) Bei der Berechnung $\sin(i + \beta) = \sqrt{N^2 - n^2 \sin(90° - \alpha)}$ sind die beiden Werthe $N_D = 1{,}7151$ und $n_D = 1{,}61812$ zu Grunde gelegt. Man sieht zugleich, dass es auf einen absolut genauen

α		β	
0°	15′	0′	10″
0	30	0	44
0	45	1	39
1	—	2	53
1	30	6	34
2	—	11	40

Einfallswinkel von 90° nicht ankommt. — Mit Rücksicht auf diesen Punkt will ich noch erwähnen, dass der obere Rand des auf der Platte vereinigten Lichtfleckes, oder die obere Kante der Platte selbst sich im Gesichtsfeld als zweite und oft scharfe Grenze (diesmal oben hell und unten dunkel) darstellt, die aber mit der eigentlichen Grenzcurve nichts zu thun hat. Zwischen beiden liegt das der beleuchteten Fläche entsprechende Lichtband.

Schliesslich habe ich noch einige Beobachtungen an den natürlichen Flächen folgender Krystalle ausgeführt:

1) Schwefelsaures Kobalt-Nickel (roth-braun).
2) „ Nickeloxydul-Kali (grün).
3) „ „ -Ammoniak (grün).

Die Krystalle sind Eigenthum des chemischen Institutes zu Bonn. Hr. Prof. Zincke in Marburg ist Präparator derselben.

Bei allen Flächen konnte ich die dem Krystall eigenthümlichen Grenzcurven erkennen. In Folge der zum Theil starken Färbung trat der Absorptionsstreifen kräftig hervor. Das würde indess die Messung für das durchgehende Licht wenig behindert haben, wenn nur nicht die Mehrzahl der im Uebrigen sehr hübsch ausgebildeten Krystallindividuen für meine Zwecke etwas mangelhafte Flächen besessen hätte. Oft besteht eine solche grössere Fläche aus mehreren kleinen, die unter nahezu 180° aneinanderstossen. Beim Drehen des Cylinders giebt dann jede dieser Einzelflächen ihre charakteristische Grenzcurve, die aber in Folge der geneigten Lage der Fläche gegen die Cylinderfläche stets an anderer Stelle sich zeigen und deshalb den Beobachter zweifelhaft lassen, welche Curven die richtigen sind.

Das Nicol musste, wenn die Grenze deutlich erscheinen sollte, oft so gehalten werden, dass die kurze Diagonale bald senkrecht, bald horizontal, bald in einer mehr geneigten Lage sich befand, entsprechend der Lage der natürlichen Fläche zur optischen Axenebene.

Eine Fläche bei 1) war etwas besser ausgebildet. Entsprechend den drei übereinander liegenden Grenzen erhielt ich für N_D die drei Werthe 1,4941, 1,4916, 1,4788. Zwischen ähnlichen Grössen bewegten sich die Bestimmungen an 2) und 3) — Für den Index eines „in der Ebene der optischen Axe liegenden und polarisirten Strahles“ giebt Sénarmont[1]) für Kali und Kobalt 1,469—1,462, für Nickel-Kali 1,492—1,489 und für Nickel-Ammoniak 1,498—1,500 an.

Bonn, Mitte December 1886.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Hilfsvorrichtung für das Mikroskopiren bei Lampenlicht.

Von Rossarzt C. Troester in Riesenburg, Westpr.

Jeder Mikroskopiker wird die Mängel der künstlichen Beleuchtung beim Arbeiten empfunden haben, trotzdem aber zuweilen genöthigt gewesen sein, zum Lampenlicht seine Zuflucht zu nehmen. Dieses Licht unterscheidet sich von dem zur mikroskopischen Beobachtung angenehmsten, diffusen Tageslicht zumeist durch die Farbe und durch die Richtung der Strahlen, welche den Spiegel treffen. Diese sind nämlich nahezu parallel und daher treten im mikroskopischen Bilde sehr störende Interferenzerscheinungen auf. Um diese Fehler zu beseitigen, bediene ich mich einer Platte von schwach blaugefärbtem Glase, welche auf einer Seite matt geschliffen ist und in die Oeffnung des Mikroskoptisches eingesetzt wird, so dass der Spiegel bezw. Condensor auf der mattgeschliffenen Fläche ein Bild der Lichtflamme erzeugt.

Der Erfolg ist sehr befriedigend, besonders bei schwachen und mittleren Vergrösserungen. Bei Anwendung der schwächsten Systeme ist natürlich Sorge zu tragen, dass nicht ausser dem Bilde des Objectes ein störendes Bild der mattgeschliffenen Glasplatte auftritt.

---

[1]) Sénarmont, Pogg. Ann. 86. S. 64.

Referate.

Geschossgeschwindigkeits-Messung.

Von A. und V. Flamache. *Engineering. 1886. 42. S. 652.*

Im Jahrgange 1884 dieser Zeitschrift S. 431 hatten wir einen von J. G. Benton angegebenen Apparat zum Messen von Geschossgeschwindigkeiten erwähnt, der auf folgendem Principe beruhte: In der Geschossrichtung sind zwei mit sehr feinen Drähten überspannte Rahmen angebracht; das Geschoss zerreisst beim Passiren der beiden Rahmen die feinen Drähte, unterbricht hierdurch einen elektrischen Strom und löst nach einander zwei Pendel aus, die dann in entgegengesetzter Richtung über einem getheilten Gradbogen schwingen; der Punkt, in welchem sich die beiden Pendel begegnen, wird auf dem Gradbogen fixirt und aus seiner Entfernung vom Nullpunkte auf die Zeit geschlossen, welche das Geschoss gebraucht hat, um von einem Rahmen zum anderen zu gelangen.

Das Princip des vorliegenden Apparates ist ein ganz ähnliches; nur werden die Momente, in denen das Geschoss die Rahmen passirt, mittels des elektrischen Stroms direct auf den Registrirstreifen eines Chronographen übertragen. Die Uebersetzung des auf diese Weise auf dem Streifen markirten Intervalles in absolute Zeit geschieht nun aber nicht in der gewöhnlichen Weise durch Verbindung des Chronographen mit einer astronomisch bestimmten Uhr, wie man der Einfachheit wegen erwarten sollte, sondern der Gang des Registrirstreifens wird durch einen besonderen Apparat bestimmt. Derselbe besteht aus einer an beiden Seiten verschlossenen und luftleer gemachten gläsernen Röhre; in dieser ist oben ein mit einer elektrischen Batterie verbundener Elektromagnet angeordnet, dessen Anker bei geschlossenem Strom eine kleine eiserne Kugel anzieht. Wird der Strom unterbrochen, so fällt die Kugel auf ein 30 cm unter dem Anker angebrachtes Elfenbeinplättchen herab; unter letzterem ist eine Spiralfeder, welche durch das Gewicht der Kugel niedergedrückt wird und hierdurch einen zweiten Stromkreis schliesst; beide Momente, das Unterbrechen des einen und das Schliessen des anderen Stromkreises, werden nun auf dem Registrirstreifen des Chronographen markirt. Vorausgesetzt, dass die Entfernung zwischen Anker und Elfenbeinplatte unverändert bleibt, was durch eine Compensationsvorrichtung garantirt sein soll, muss für einen und denselben Ort auch die Zeit stets dieselbe bleiben, welche die Kugel zum Durchfallen dieser Entfernung braucht und daher muss bei gleichmässigem Gange des Chronometers auch diese Zeit stets durch dasselbe Intervall auf dem Streifen dargestellt werden; durch Vergleichung dieses Intervalles mit einem anderen wird man daher das letztere in absolute Zeit übersetzen können.

Die Verfasser nehmen für ihren Apparat eine ganz excessive theoretische Genauigkeit, $^1/_{394000}$ Secunden, in Anspruch, bezüglich deren wir nur die Bemerkung der *Zeitschrift für Elektrotechnik 1884, S. 594*, über die Genauigkeit des Eingangs erwähnten Benton'schen Apparates, „dass sie für jede derartige Erfindung zutreffend sein soll," wiederholen wollen. *W.*

Ueber ein einfaches Localvariometer für erdmagnetische Horizontalintensität.

Von Prof. Dr. F. Kohlrausch. *Wied. Ann. N. F. 29. S. 47. 199.*

Eine Messingsäule, die auf einem mit Stellschrauben versehenen Dreifuss aufgebaut ist, trägt an ihrem oberen Ende eine Dose mit einer gut spielenden, 8 cm langen, leichten Magnetnadel; auf dieser Säule ist an einer Hülse eine Kreisscheibe verschiebbar, die festgeklemmt werden kann. Die Hülse trägt eine zweite mit einer Trommeltheilung versehene, um dieselbe drehbare Scheibe, auf welcher ein 10 cm langer, 15 cm dicker Magnetstab durch drei Schräubchen befestigt ist. Der Magnet ist in der Mitte durchlocht, um über die Säule geschoben werden zu können, an dieser Stelle aber entsprechend verdickt; die feste Scheibe ist mit zwei verstellbaren, die bewegliche mit einem festen Anschlag versehen. Beim Gebrauch wird die untere Scheibe in einer solchen Höhe festgeklemmt,

dass die Wirkung des Magneten auf die Nadel diejenige des Erdmagnetismus um ein Geringes überwiegt, die bewegliche Scheibe ferner so gedreht, dass der Nullpunkt ihrer Theilung mit einer nach Norden liegenden Marke der festen Scheibe zusammenfällt und der ganze Apparat so orientirt, dass die Nadel sich parallel dem Magnetstab, natürlich in umgekehrter Richtung einstellt.

Dann werden auf der unteren Scheibe die beiden Anschläge symmetrisch zu beiden Seiten des Nullpunktes unter einem beliebigen, nicht zu grossen Winkel festgestellt, die obere Scheibe bis an einen derselben gedreht und das ganze bewegliche System soweit gehoben, bis die Magnetnadel eine gegen den Meridian nahezu senkrechte Richtung hat; eine Drehung der Scheibe bis zum andern Anschlag bewirkt eine Drehung der Nadel um nahezu 180°. Wenn H und H' die Horizontalintensitäten an zwei Orten sind, p_1 und p_2 die zugehörigen Abweichungen des einen Poles der Nadel bei einer Lage des Magnetstabes, p_1' und p_2' die des entgegengesetzten Poles bei der anderen Lage sind, so ergiebt eine leichte Rechnung $\frac{H'-H}{H} = R\left[(p_2 - p_2') - (p_1 - p_1')\right]$, wo R, der Reductionsfactor des Apparates, gleich 0,004 beziehungsweise 0,005 wird, wenn man die Anschläge in Bogenabständen von 24,7° bez. 29,9° befestigt. *L.*

Apparat für Tensionsbestimmungen.

Von G. W. A. Kahlbaum. *Chem. Berichte.* **19.** *S. 2954.*

Die Anordnung löst eine der hauptsächlichsten Aufgaben, die bei Tensionsbestimmungen in Betracht kommen, nämlich die Temperatur der ganzen, die Barometer umgebenden Wassersäule auf gleicher Temperatur zu erhalten. Zur Erwärmung der Barometerröhren dient ein von Wasser durchströmter allseits geschlossener Kasten von je 18 cm Länge und Breite, 40 cm Höhe; die vordere und hintere Wand werden von Spiegelglasscheiben gebildet, welche zwischen einem Messingrahmen und einer Gummipackung durch Flügelschrauben festgehalten werden; alle anderen Wände sind aus Kupfer. Durch die hierfür am Boden angebrachten Tubulaturen können zwei Barometerröhren eingeschoben werden; drei Tubulaturen an der Decke dienen zur Einführung von Thermometern. Je eine weitere Tubulatur am Boden und an der Decke ist durch Kupferröhren mit den correspondirenden Tubulaturen eines zur Erwärmung des Wassers dienenden Weissblechcylinders von 25 cm Durchmesser und 75 cm Höhe verbunden. Die Flammengase streichen durch ein den Cylinder axial durchsetzendes Rohr, gehen von dort in einen den Cylinder umhüllenden Mantel und von hier durch einen Schlot ins Freie. Das erwärmte Wasser geht in bekannter Weise durch die obere Kupferröhre in den viereckigen Kasten und durch die untere zurück. Der Weissblechcylinder hat ferner einen Wasserablaufhahn, einen Wasserstandszeiger und zwei Tubulaturen an der Decke, die eine zur Aufnahme eines Thermoregulators und eines Thermometers, die andere für ein bis fast an den Boden reichendes Glasrohr, durch das mittels eines Wasserstromgebläses Luft eingepresst werden kann, um die Wassercirculation zu befördern. Dass dieser Apparat eine ganz gleichmässige Temperatur in dem zum Erwärmen der Barometerröhren dienenden Kasten erzielen lässt, zeigte der Verfasser, indem er denselben durch einen gleich grossen Kupferkasten ersetzte, der in verschiedenen Höhen und an verschiedenen Seiten sechs Thermometer hatte, deren Angaben genügend übereinstimmten.
Wgsch.

Potentialverstärker für Messungen.

Von W. Hallwachs. *Wied. Ann. N. F.* **29.** *S. 300.*

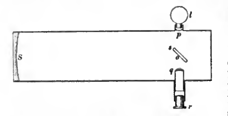
Um eine stählerne Axe ist mittels einer Rotationsvorrichtung und einer Transmission aus Messingdraht an Speichen aus Hartgummi ein Messingrohr drehbar, welches durch zwei diametral gegenüberliegende Schlitze in zwei von einander isolirte Theile getrennt ist. Bei seiner Drehung geht das Rohr zwischen zwei zur Erde abgeleiteten Halbcylindern hindurch, von denen der eine am Fussbrett des Apparates, der andere an der

Axe befestigt ist. Jeder Theil des rotirenden Rohres streicht mit zwei Ansätzen an eine zur Elektricitätsquelle bezw. zum Elektrometer führende Feder aus Neusilberblech. Der ganze Apparat ist in einem zur Erde abgeleiteten Kasten von Messingblech eingeschlossen, um ihn vor äusseren elektrischen Einflüssen zu schützen. Die Wirkungsweise ist leicht ersichtlich; man hat es mit einer sich schnell wiederholenden Wirkung des Condensators zu thun, durch welche das Potential einer schwachen elektrischen Ladung multiplicirt wird, so dass es auch mit einem Elektrometer von grosser Capacität gemessen werden kann. *L.*

Methode zur Collimirung Newton'scher Reflectoren.

Von E. J. Spitta. *The Observatory. 1886. S. 439.*

Um die zu besprechende Methode anwenden zu können, ist in den Tubus des Reflectors dem Ocular r genau gegenüber (s. d. Fig.) ein Loch von etwa 14 mm Durchmesser gebohrt. In dasselbe wird eine planconvexe Linse p eingesetzt und hinter dieser die Lampe l angebracht. Ferner ist in der Mitte des kleinen Spiegels s in der Ausdehnung eines Kreises von ungefähr 1 mm Durchmesser die Silberbelegung von der Glasfläche entfernt, so dass die von der Lampe kommenden Strahlen theilweise durch den Spiegel hindurch gehen können. Dieselben werden dann, weil sie nicht von einem einzigen leuchtenden Punkte, sondern von einer leuchtenden Fläche, der Flamme, herkommen, nicht in paralleler, sondern, soweit dies die Oeffnung des Lichtkegels zulässt, in allen möglichen Richtungen durch die Oeffnung o in der Spiegelbelegung hindurchgehen, so dass ein vor dieser befindliches Auge den Eindruck einer kleinen leuchtenden Fläche erhalten würde.



In die Ocularröhre schiebt man, nachdem man den Ocularkopf zu diesem Zweck für einen Augenblick abgenommen hat, einen Tubus, an dessen vorderem, dem Fernrohr zugekehrten Ende sich eine concav-convexe Linse q befindet, deren Oeffnung etwa gleich 25 mm und deren Brennweite ungefähr gleich dem Durchmesser des Reflectors ist.

Die Strahlen, welche nun von dem kleinen leuchtenden Kreis o auf die Linse q fallen, werden zum Theil durch das Glas hindurchgehen und zur Erhellung des Gesichtsfeldes dienen; sie scheinen zwar, da o innerhalb der Brennweite von q liegt, nach dem Durchtritt durch q von einem nach jenseits o liegenden virtuellen Bilde der Oeffnung herzukommen, von diesem aber wird der Beobachter Nichts wahrnehmen, weil es eben nicht innerhalb der Brennweite des Oculares liegt. Der andere Theil der von o kommenden Strahlen wird an den beiden Flächen von q eine Reflexion erleiden, es werden daher zwei Spiegelbilder der Oeffnung o entstehen. Da dieselben aber nahe hinter einander liegen, so werden die nach dem Spiegel s reflectirten Strahlen von einem einzigen Bilde herzukommen scheinen, so dass wir daher der Kürze wegen nur von einem Spiegelbilde reden können.

Von dem Spiegel s werden die Strahlen des Spiegelbildes nach S und von da wieder zurück nach s reflectirt. Hätte sich das Spiegelbild im Focus von S befunden, so würden die von S nach s reflectirten Strahlen parallel gehen; da es sich jedoch zwischen dem Spiegel S und seinem Focus befindet, so werden die Strahlen bei ihrer Reflexion von S nach s etwas divergiren. Nachdem sie endlich wieder von s nach q reflectirt und durch diese Linse convergent gemacht sind, liefern sie ein durch das Ocular r zu betrachtendes Bild der Oeffnung o. Volle Deutlichkeit giebt man demselben, indem man während der Beobachtung die Hand in die Oeffnung des Reflectors einführt und den mit q verbundenen Tubus etwas in die Ocularröhre hinein- oder herausschiebt. Ist das Instrument vollkommen justirt, so muss das Bild in die Mitte des Gesichtsfeldes fallen.

Um zu probiren, ob die Linse q gut centrirt ist, was ein wesentliches Erforderniss bei Anwendung der Methode ist, schlägt der Verfasser vor, den Polarstern zu beobachten, während die Linse q sich im Fernrohr befindet, und dabei mit der durch die Oeffnung des Reflectors eingeführten Hand den Tubus zu drehen. Das Bild des Polarsterns darf hierbei seine Stellung im Gesichtsfeld nicht ändern.

Ein besonders günstiges Urtheil über die erwähnte Methode sind wir gerade nicht in der Lage zu fällen. Eine Beseitigung oder Bestimmung des Collimationsfehlers, die man nach der Ueberschrift als Zweck des Verfahrens ansehen könnte, wird dadurch natürlich nicht ermöglicht; dazu ist ein Umlegen des Instrumentes erforderlich. Man erreicht durch die Spitta'sche Methode nichts weiter als eine Justirung des kleinen Spiegels, die man durch Anwendung eines Gauss'schen Oculars bedeutend einfacher bewerkstelligen kann. *Kn.*

Ueber den 36-zölligen Refractor des Lick-Observatoriums.

Von Prof. C. A. Young. *Engl. Mech. 44. S. 149.*

Dieser grösste aller existirenden Refractoren, (0,96 m Oeffnung und 18,5 m Brennweite), auf dessen Leistungen Astronomen wie Optiker gleich gespannt sind, ist nach Young in seinem optischen Theile, der von Clark & sons in Boston herrührt, nahezu vollendet. Die Glasmasse wurde von Feil in Paris geliefert; der nach aussen gelegenen Crownlinse ist eine fast gleichschenklig convexe, der Flintlinse eine nahezu planconcave Gestalt ertheilt worden; zwischen beiden ist ein Abstand von angeblich 175 (?) mm. Das Objectiv befindet sich in einer provisorischen Montirung, derselben, welche seiner Zeit auch dem Pulkowaer 81 cm-Objectiv diente und damals gleich für die Aufnahme auch dieses grösseren eingerichtet worden war. Natürlich sind die Dimensionen aller Montirungsstücke ganz colossale. Der Pfeiler ist eine 10 m hohe gemauerte Pyramide; die Polaraxe hat etwa 30 cm Durchmesser und 4 m Länge; die Declinationsaxe etwa dieselben Maasse. Der Tubus, ein riesiger Cylinder von Kesselblech, ist über 1 m weit und fast 20 m lang. So macht das Instrument schon äusserlich einen imposanten Eindruck. Diese Angaben gelten für die provisorische Montirung Clark's. Die definitive, welche von Warner & Swasey in Cleveland geliefert wird, muss aber natürlich ziemlich dieselben Dimensionen erhalten. — Die Prüfung der optischen Qualität, die Verf. in Verbindung mit einigen anderen hervorragenden Astronomen, wie Pickering und Langley, vornahm, ergab ein sehr günstiges Resultat, soweit bei hellem Mondschein, ziemlich schlechter Beschaffenheit der Atmosphäre und überhaupt nach den Beobachtungen einer einzigen Nacht ein Urtheil gefällt werden konnte.

So wurde der Doppelstern γ *Coronae* (Entfernung $^1/_4''$) bequem aufgelöst (die theoretische Grenze des Auflösungsvermögens bei diesem Objectiv ist etwa $^1/_7''$); der von Winnecke entdeckte Begleiter von α *Lyrae* war auch ohne Verdeckung des Hauptsternes deutlich sichtbar; ein von Hrn. A. G. Clark jun. entdeckter Begleiter von α *Herculis* desgleichen nach Verdeckung des Hauptsternes; Nebel litten anscheinend unter dem Mondlicht.

Es war projectirt, das Instrument mit noch einer zweiten Crownlinse auszustatten, welche in Verbindung mit derselben Flintlinse für die photographisch wirksamen Lichtstrahlen beste Correction herstellen sollte. Als aber Clark die schlecht gekühlte und stark gespannte Scheibe auf Andringen des Glaslieferanten zu schleifen begann, zersprang sie geradezu. Trotzdem wird an diesem (dem Ref. etwas absonderlich scheinenden) Project festgehalten.

Die ganze Schleif- und Polirarbeit soll noch nicht ein volles Jahr in Anspruch genommen haben — gewiss eine erstaunliche Leistung. Der Verfertiger war nur noch mit einigen äussersten Feinheiten der Correction beschäftigt. Innerhalb eines weiteren Jahres soll der Bau des gesammten Observatoriums vollendet sein. *Cz.*

Ueber ein neues Ahrens'sches (Doppel-) Prisma.

Von S. P. Thompson. *Phil. Mag. V.* **21.** *S. 478.*

Die Neuheit dieser Construction ist sehr zweifelhaft, da sie auch in dem von E. Bertrand 1884 beschriebenen Polarisationsprisma angewandt ist. (S. d. Referat in dies. Zeitschr. 1885. S. 30). Ueber die Zusammensetzung und Wirkung dieses Prismas hat bereits Dr. H. Schröder im vorigen Jahrgang d. Zeitschr. S. 310 sich eingehend geäussert, so dass Ref. sich auf folgende kurze Bemerkungen beschränken kann.

Die Endflächen und die optische Axe stehen senkrecht gegen die Längskanten. Von der Mitte der einen Endfläche gehen symmetrisch zwei mit Balsam erfüllte Schnittflächen aus, in welche der Lichtstrahl unter 74° einfällt. Es ist daher gleichsam ein doppeltes Prisma, bei welchem die beiden Mittelstücke vereinigt bleiben. Ref. schlägt daher die Bezeichnung „Doppelprisma“ vor. Der durch diese Construction zu gewinnende Vortheil besteht darin, dass mit Verwendung von wenig Kalkspath die Polarisation über eine grosse Fläche ausgedehnt werden kann. Der Polarisationswinkel ist ebenso gross wie derjenige jedes einzelnen Prismas. Ein Nachtheil ist es, dass da, wo die beiden Schnittflächen zusammenkommen, eine dunkle Linie im Gesichtsfelde entsteht. Das Prisma kann deswegen nur als Polarisator, nicht als Analysator vortheilhaft angewandt werden. Die Länge des Probeprismas war 27 mm bei 17,5 mm quadratischem Querschnitt. *Z.*

Praktische Methode zur Ausführung Nicol'scher und Foucault'scher Prismen.

Von L. Laurent. *Compt. Rend.* **102.** *S. 1012.*

Die Methode des Verf., die vornehmlich bei kleinen Prismen gute Dienste leisten soll, besteht darin, dass er die Prismen nicht einzeln, sondern dutzendweise auf einmal herstellt, indem er sich hierzu eines Normalexemplares und einer mechanischen Einrichtung bedient, die in Folgendem besteht. Zwölf einander völlig gleiche Messingstücke sind so gearbeitet, dass zwei Flächen derselben genau den Winkel mit einander bilden, welchen Endfläche und innere Fläche der zu arbeitenden Halbprismen zu einander haben sollen; mit einer dieser Flächen werden die zwölf Stücke an einer Messingplatte fest verschraubt. Im Uebrigen sind die Messingstücke so ausgearbeitet, dass ein nach den Spaltungsflächen hergerichtetes Halbprisma von Kalkspath sicher darin gelagert und verkittet werden kann. Zunächst geschieht dies mit einem Normalprisma und zwar derart, dass Endfläche und innere Fläche desselben parallel zu den entsprechenden Flächen des Messingstückes gelagert werden; die Parallelität wird mittels eines gleichfalls auf der erwähnten Platte verschraubten Spiegels und eines Collimationsfernrohres controlirt. Nachdem das Normal-Halbprisma so gelagert ist, werden die zu bearbeitenden Stücke in die übrigen Messingklötze eingekittet und nun alle zusammen gleichzeitig nach der vom Verf. angegebenen Methode der Autocollimation geschliffen, während ununterbrochen die Parallelität der mehrfach erwähnten Flächen mittels des Spiegels und des Collimationsfernrohres controlirt wird.

Als Vortheile dieser Bearbeitungsweise führt Laurent an: 1. Die Ersetzung des Anlegegoniometers durch eine sicherere und einfachere Controle der Neigungen. 2. Den Umstand, dass als Richtschnur für die nöthigen Neigungen die natürlichen Spaltungsflächen der Längsseiten des Prismas genommen sind, welche im späteren Gebrauche des Prismas am Wenigsten der Abnutzung unterliegen, daher eventuell auch wieder als Richtschnur beim Aufpoliren der Endflächen benutzt werden können.

Herr B. Halle in Potsdam nimmt neuerdings für sich in Anspruch, dass ihm jene Methode nicht nur seit 11 Jahren bekannt sei, sondern dass auch seit dieser Zeit sämmtliche Prismenconstructionen in seiner Werkstatt danach ausgeführt werden. Er schreibt seiner eigenen Methode noch erhebliche Vorzüge gegenüber der Laurent'schen zu, ohne dieselben jedoch zu beschreiben. Herr Halle würde alle Interessenten sehr zu Danke verpflichten, wenn er dies thun wollte; im Uebrigen hatten wir ja schon bei der Besprechung früherer Laurent'scher Publicationen von optischen Arbeitsmethoden wiederholt darauf hingewiesen, dass dieselben dem deutschen Fachmanne kaum etwas Neues bieten. *Cz.*

Bestimmung der Schwingungszahl von Tönen mit Hilfe manometrischer Flammen.

Von E. Donmer. *Compt. Rend.* ***103.*** *S. 340.*

Verf. hat zur Bestimmung der Schwingungszahl von Tönen manometrische Flammen photographirt. Er benutzt zu diesem Zwecke eine transversal verlängerte photographische Kammer, in deren Innerem sich ein Schlitten zur Aufnahme des die empfindliche Platte tragenden Rahmens befindet; der Schlitten kann entweder automatisch oder von Hand vor dem Objectiv vorbeigeführt werden. Die Pointirung geschieht durch Verstellen des Objectivs oder besser durch Verschiebung der manometrischen Flammen. Als Objectiv empfiehlt Verfasser, ein solches von sehr kurzer Brennweite zu wählen; die Flammen müssen möglichst intensiv sein. Es werden gleichzeitig zwei Flammen photographirt, von denen die eine durch einen Ton von bekannter Schwingungszahl bedient wird, während die andere durch den zu untersuchenden Ton in Bewegung gesetzt wird. Man erhält dann zwei parallele Curven, aus deren Vergleichung die Anzahl der Schwingungen des untersuchten Tones bestimmt wird. Die folgenden Resultate mögen eine Vorstellung von dem Werth der Methode geben:

Ton.	Anzahl der Schwingungen.	
	Nach der Theorie.	Gemessen.
$\overline{c}$	256	256,20
$\overline{d}$	288	287,88
$\overline{\overline{g}}$	768	767,10
$\overline{\overline{\overline{e}}}$	1024	1022,50
$\overline{\overline{\overline{c}}}$	1280	1280,00

Verf. hat bisher nur Töne untersucht, welche innerhalb der menschlichen Stimme liegen, oder dieselbe nicht viel übersteigen. Er glaubt jedoch, dass das Verfahren auch auf sehr tiefe und sehr hohe Töne anwendbar sei. *W.*

Physikalische Demonstrationsapparate.

Zeitschr. z. Förd. d. physik. Unterrichts. 1886. Heft 4 und 5.

Prof. O. Strack in Karlsruhe beschreibt einen Apparat zur Bestimmung der Standfestigkeit eines Körpers. Der Apparat besteht aus einem quadratischen, durch Zwischenwände in acht würfelförmige Hohlräume zerlegbaren Rahmen, dessen einzelne Abtheilungen mit Vollwürfeln ausgefüllt werden können. Dadurch lassen sich zahlreiche Combinationen hinsichtlich der Körperform und der Lage des Schwerpunktes verwirklichen. Es werden die Begriffe des Standfestigkeitsmomentes, der statischen und dynamischen Standfestigkeit unterschieden und Anweisung zur experimentellen Controle der theoretischen Formeln gegeben. — Oberlehrer Wronsky beschreibt einige Vorrichtungen zur Demonstration der Druckfortpflanzung in Flüssigkeiten. — A. Benecke giebt einen Apparat zum Nachweise des Luftdruckes an, bestehend aus einem 10 bis 15 cm weiten Gummischlauch, der an beiden Enden durch Metallplatten verschlossen ist; die Platten lassen sich erst dann von einander ziehen, wenn durch Lüftung eines Gummistopfens in der einen Platte die Luft Zutritt erhält. — J. Krist in Wien empfiehlt das Drebbel'sche (besser Galilei'sche) Thermoskop für Schulversuche. — C. Baur bespricht das Bolometer. (Wied. Ann. 19. 1883). — G. Lindner beschreibt einen Heber mit Quecksilber-Manometer am Knie. — A. Benecke giebt als Verbesserung für Projectionsapparate die Verwendung eines Petroleum-Duplexbrenners an; von demselben Verf. rührt eine praktische Form des Säulenelektrometers mit senkrecht gestellten Säulen her. — Oberlehrer Eichler veranschaulicht die Gesetze der Reflexion an sphärischen Hohlspiegeln durch ein verschiebbares Parallelogramm aus Metallstäben, das sich über einer dazu passenden Figur hin und her bewegen lässt. *Pe.*

Neu erschienene Bücher.

Die Wagner-Fennel'schen Tachymeter des mathem.-mech. Instituts von O. Fennel in Kassel. 2. Aufl. Berlin, Julius Springer in Comm.

Die vorliegende, in zweiter Auflage erschienene Monographie bespricht die vom Ingenieur C. Wagner construirten Tachymeter. Dieselben gehören bekanntlich zu denjenigen Tachymeter-Typen, bei welchen mittels der durch das distanzmessende Fernrohr ermittelten schiefen Entfernung und eines Projectionsapparates direct die horizontale Entfernung und der Höhenunterschied bezw. die Meereshöhe am Instrument abgelesen werden kann. Zu diesem Behufe ist am Fernrohr parallel zur optischen Axe ein Maassstab angebracht, dessen Nullpunkt in der Kippebene des Fernrohres liegt; an diesem Maassstab wird die ermittelte schiefe Entfernung mittels Nonius aufgetragen und an den so bestimmten Punkt der eigentliche Projectionsapparat, bestehend aus verticalem und horizontalem getheiltem Maassstab, angeschoben, an welchem nun Entfernung und Höhe abgelesen werden. Die Distanzmessung erfolgt mittels geneigter Latte, welche durch den Lattenträger mit Hilfe eines Diopters senkrecht zum visirenden Fernrohr gestellt wird. Instrumente dieser Art sind von Fr. Kreuter und C. Wagner construirt; die Kreuter'schen Tachymeter werden von T. Ertel & Sohn in München, die Wagner'schen von O. Fennel in Kassel ausgeführt. Beide Instrumente sind ungefähr zu derselben Zeit und trotz ihrer grossen Aehnlichkeit, soweit es Referent bekannt ist, unabhängig von einander angegeben worden, so dass die Frage nach der Priorität schwer zu entscheiden ist. Das Kreuter'sche Instrument ist im Jahre 1874 entstanden und in einer im Jahre 1875 erschienenen Brochüre beschrieben, während eine Beschreibung des Wagner'schen Tachymeters erst im Jahre 1876 veröffentlicht worden ist, so dass also nach literarischem Brauch ersterer Construction die Priorität zukommen würde; dem steht jedoch entgegen, dass nach glaubwürdiger Mittheilung Instrumente der Wagner'schen Construction bereits im Jahre 1867 gebaut worden sind. — Beide Constructionen haben seitens der Geodäten keine sehr günstige Aufnahme erfahren; so hält z. B. Jordan (*Handbuch der Vermessungskunde Bd. 1. S. 610*) u. A. das Schiefstellen der Latte für bedenklich; Bohn (*Landmessung S. 467*) schliesst sich diesem Urtheil an und macht noch darauf aufmerksam, dass sich jede Ungenauigkeit der Ablesungen oder Einstellungen mit der grossen Verjüngungszahl der Maassstäbe multiplicire. Nach den zahlreichen, der vorliegenden Monographie beigegebenen Anerkennungsschreiben scheinen jedoch die Wagner-Fennel'schen Instrumente, mit denen wir es hier zu thun haben, sich in der Praxis recht gut bewährt zu haben, besonders für Forst- und Eisenbahn-Aufnahmen.

Die Brochüre giebt nach einem Ueberblick über die Tachymeter und die Tachymetrie die Theorie des Projectionsapparates; sodann folgen Beschreibungen der verschiedenen Instrumentformen und Anleitungen zur Behandlung derselben; es sind dies die Tachymeter mit Repetitionskreis, die Tachymeter mit Bussole und das Tachygraphometer. Letzteres zeigt die Verbindung des gewöhnlichen Tachymeters mit einem Messtisch; der horizontale Maassstab des Projectionsapparates hat hier eine Vorrichtung, durch welche mittels eines Stiftes die horizontale Entfernung direct in die Messtischplatte eingestochen wird. In einem ferneren Abschnitt ist die Aufstellung der Latte besprochen, dann folgen Gutachten über die Leistungsfähigkeit der Instrumente; in einem Anhange sind endlich die Formeln entwickelt, welche in den früheren Abschnitten als bekannt vorausgesetzt waren. *W.*

J. M. Eder. Ueber einige praktische Methoden zur Photographie des Spectrums in seinen verschiedenen Bezirken mit sensibilisirten Bromsilberplatten. 26 S. m. 2 Taf. Wien, Gerold. M. 1,00.

E. Hering. Ueber Newtons Gesetz der Farbenmischung, 92 S. Leipzig, Freytag. M. 1,50.

E. Lommel. Die Beugungserscheinungen geradlinig begrenzter Schirme. 135 S. mit 18 Taf. München, Franz. M. 4,50.



F. Meisel. Geometrische Optik, eine mathematische Behandlung der einfachsten Erscheinungen auf dem Gebiete der Lehre vom Lichte. 171 S. mit Atlas von 5 Taf. Halle, Schmidt. M. 6,00.

W. A. Shenstone. The Methods of Glass Blowing for the use of physical and chemical students. 86 S. London, Rivingtons. 1 sh. 6 d.

C. Gänge. Lehrbuch der angewandten Optik in der Chemie. 463 S. mit 24 Spectraltafeln. Braunschweig, Vieweg. M. 18,00.

A. Miller. Der primäre und secundäre Elasticitätsmodul und die thermische Constante des letzteren. 54 S. mit 2 Tafeln. München, Franz. M. 1,80.

P. Saint-Martin. Du pluviomètre et son installation. 16 S. mit Figuren. Pau, Ribaut.

G. Weidmann. Ueber den Zusammenhang zwischen elastischer und thermischer Nachwirkung des Glases. Inauguraldissertation. 38 S. mit 1 Tafel. Jena.

L. Burmester. Lehrbuch der Kinematik. 1. Band: Die ebene Bewegung. 2. Lieferung (S. 257 bis 560 mit Atlas von 18 lith. Tafeln). Leipzig, Felix. M. 18,00.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Jahresbericht über das Vereinsjahr 1886.

Die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik hat im verflossenen Jahre ihr Ziel, Hebung und wissenschaftliche Vertiefung der präcisionsmechanischen Technik, Förderung des collegialischen Verkehres unter den deutschen Mechanikern auf technischem und geselligem Gebiete, rüstig weiter verfolgt. — An den Vorberathungen für die Errichtung einer physikalisch-technischen Reichsanstalt haben als Vertreter der Gesellschaft auch im vergangenen Jahre wie bisher die Herren Bamberg und Fuess Theil genommen. Die Gesellschaft darf einerseits wohl hierin eine Anerkennung ihrer bisherigen Thätigkeit seitens der hohen Reichsregierung sehen, andererseits aber schöpft die Gesellschaft hieraus die frohe Hoffnung, dass die Wünsche der Präcisionstechniker seitens der neuen Reichsanstalt gebührende Berücksichtigung finden werden und dass namentlich die technische Abtheilung sich zu einer kräftigen Stütze der vaterländischen Industrie entwickeln werde. — Die gelegentlich der diesjährigen Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte veranstaltete Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente, Apparate und Präparate bot den hiesigen Mitgliedern eine willkommene Veranlassung, die auswärtigen Fachgenossen zu begrüssen und mit ihnen wissenschaftlichen und geselligen Verkehr zu pflegen.

Im vergangenen Jahre fanden 15 Versammlungen statt; in 12 Sitzungen wurden wissenschaftliche Vorträge gehalten, während drei Versammlungen der Besprechung wichtiger geschäftlicher Angelegenheiten gewidmet waren. Ausserdem hielt der Vorstand zahlreiche Sitzungen ab. Besonders anregend wirkten die Discussionen über kleinere technische Fragen. Den Herren Gelehrten und Technikern, welche den Verein durch Vorträge unterstützt haben, sagt der Vorstand an dieser Stelle verbindlichsten Dank.

Die Gesellschaft tritt in das neue Vereinsjahr mit 195 Mitgliedern, wovon 132 hiesige und 63 auswärtige Mitglieder.

Sitzung vom 4. Januar 1887. Vorsitzender: Herr Fuess.

Nach Verlesung des Jahresberichtes und nachdem die Versammlung auf Vorschlag der Kassenrevisoren dem Kassirer Decharge ertheilt hat, findet unter Vorsitz der Wahlvorbereitungs-Commission die Neuwahl des Vorstandes für 1887 statt. Die Herren Bamberg und Sprenger haben eine Neuwahl als Vorsitzender bezw. Kassirer abgelehnt. Gewählt werden die Herren H. Haensch (Berlin S., Stallschreiberstr. 4) als erster, R. Fuess (Berlin SW., Alte Jakobstr. 108) als zweiter, P. Stückrath als dritter Vorsitzender, G. Polack (Berlin W., Steglitzerstr. 19) als Schatzmeister, E. Goette (Berlin W., Mark-

grafenstr. 34) als Archivar. Zu Beisitzern wurden gewählt die Herren Bamberg, Handke und Dr. Rohrbeck.

Die auswärtigen Herren Mitglieder werden ersucht, sich in allgemeinen Angelegenheiten an den ersten Vorsitzenden, in Kassensachen an den Schatzmeister und in Angelegenheiten der Bibliothek und der Versendung der Zeitschrift an den Archivar zu wenden.

Sitzung vom 18. Januar 1887. Vorsitzender: Herr Fuess.

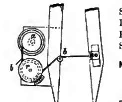
Herr H. Haensch führte unter interessanten Demonstrationen und Experimenten ein Exemplar der Paalzow'schen optischen Bank vor. Als Leuchtquelle diente ein Linnemann'scher Brenner mit Zirkonlicht. (Vgl. diese Zeitschr. 1886, S. 179.)

Sodann folgte eine Besprechung über die vom Vorstande vorgeschlagene Gedenkfeier des 100jährigen Geburtstages Fraunhofer's am 6. März d. J. Die Gesellschaft begrüsst den Vorschlag freudigst, beauftragt einstimmig den Vorstand mit den nöthigen Vorbereitungen und bewilligt die erforderlichen Mittel. Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Patentschau.

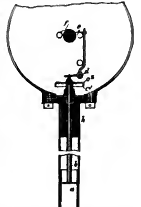
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Messzirkel mit einem durch Schnurtrieb bewegten Zeiger. Von J. Förstige in Bersenbrück, Hannover. No. 37247 vom 13. März 1886.



Die Schnur *b* setzt beim Oeffnen des Zirkels die mit einer Scale versehene Rolle *r*, sowie das Federhaus *a* in Bewegung. Das Ablesen der Zirkelöffnung an *r* geschieht mittels eines Nonius. Beim Zusammenlegen des Zirkels wickelt die gespannte Feder die Schnur selbstthätig auf.

Neuerung an Thermometern. Von Schäffer & Budenberg in Buckau—Magdeburg. No. 37362 vom 3. April 1886.



Die Ausdehnung der Flüssigkeit wird auf zwei dicht über einander gelagerte, gleich geformte dünne Metallplatten c^1 und c^2 übertragen. Der Raum zwischen diesen Platten c^1 und c^2 ist äusserst gering bemessen, so dass nur eine sehr geringe Menge Flüssigkeit nöthig ist, um denselben auszufüllen. Durch ein Rohr *b*, welches sich an die durchbohrte untere Platte c^1 anschliesst, steht der Raum zwischen c^1 und c^2 mit dem der Wärmequelle ausgesetzten Flüssigkeitsbehälter *a* in Verbindung. Von der oberen Platte c^2 wird die Plattenausdehnung durch eine beliebige Vorrichtung *def* auf ein Zeigerwerk übertragen. Das ganze System $a\,b\,c^1\,c^2$ ist mittels einer unter der Platte c^1 befindlichen Schraube in das äussere Metallstück *h* eingeschraubt, so dass die Ausdehnung des Metallrohres *b* ohne directen Einfluss auf die Zeigerstellung bleibt.

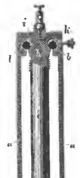
Gegliederter Dorn zum Winden und Biegen von Röhren. Von G. Round in Smethwick, Stafford, England. No. 37007 vom 12. März 1886.

Der aus dem starren Theile *a* und den auf irgend eine Weise mit einander gelenkig verbundenen Gliedern *c* bestehende Dorn wird in die zu biegende oder zu windende Röhre hinein-



geschoben und dann so festgehalten, dass die zu bearbeitende Röhre sich auf eine Trommel aufwickeln kann, während sie über den Dorn hinweggleitet.

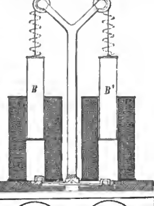
Verschlussvorrichtung für galvanische Elemente. Von A. Friedlaender in Berlin. No. 36794 vom 5. Februar 1886.

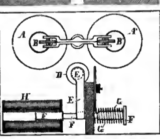


Die eine Elektrode *a* bildet den Behälter für die Flüssigkeit. An dem Deckel *k* befindet sich ein Stab von isolirendem Material, auf welchem die positive Elektrode *c* befestigt ist, und dessen oberes Ende als Conus *h* mit Auskehlung *i* ausgebildet ist. Durch einen Gummiring *l*, welcher sich sowohl in die Auskehlung *i* der Stange *c* als in diejenige *b* des Behälters *a* legt, wird ein dichter Verschluss des Elementes bewirkt.

Elektricitätszähler und Energiemesser. Von P. Nordmann in Hannover. No. 36879 vom 7. Januar 1886.

Auf einer Grundplatte befinden sich zwei parallel geschaltete Solenoide *AA'* mit zwei Eisenkernen oder zwei ebenfalls parallel geschalteten Kernspulen *BB'*, die derart fest mit einander verbunden sind, dass wenn der eine Kern in das Innere seines Solenoides sich hineinbewegt, der andere aus dem seinigen heraustritt. Sobald irgend einer der beiden seine Endstellung erreicht hat, legt er einen Umschalter um, welcher alsdann einen Widerstand *D* entweder in den Kreis des einen oder des anderen der Solenoide einschaltet. Diese schwingenden Bewegungen des Umschalters werden auf ein Zählwerk übertragen, und die Anzahl der erfolgten Umschaltungen giebt die verbrauchte Elektricitätsmenge an. Der Widerstand kann auch als Elektromagnet ausgebildet werden, dessen Anker *E* durch seine Bewegungen ein Zählwerk treibt.





Will man die elektrische Energie messen, welche in einem Theile der Stromkreise verbraucht wird, so wird bei der oben beschriebenen Einrichtung noch ein beweglicher Anschlag *F* für den Anker *E* angeordnet, welcher durch die Gegenwirkung der Feder *G* und einer im Nebenschluss zu dem zu messenden Stromkreise liegenden Spule *H* beeinflusst wird. Dieser Anschlag *F* wirkt nun in der Weise auf den Anker *E*, dass je nach der Stärke des Stromes der Ausschlag des letzteren veränderlich ist, mithin die Grösse der Verschiebung des Zählwerkes durch die Bewegung des Ankers von der Stärke des Stromes in dem Nebenschluss abhängig gemacht ist.

Signal-Barometer, ein Instrument zum Signalisiren der Barometerschwankungen und der damit in Verbindung stehenden Exhalation von Grubengasen in den Steinkohlengruben. Von R. Ritter von Walcher-Uysdal in Teschen, Oesterreich. No. 37184 vom 18. August 1885.

Das Instrument beruht auf dem Umstande, dass ein bestimmter Zusammenhang zwischen den Schwankungen des Luftdruckes in der Kohlengrube und der Exhalation von Grubengasen aus der Kohle existirt und besteht demgemäss aus einem Barometer, welches durch elektromagnetische Auslösevorrichtungen mit einem Läutewerk derart verbunden ist, dass jedes Fallen des Barometers um 1 mm innerhalb 8 Stunden durch einen Glockenschlag angezeigt wird. Beim Steigen des Barometers während dieser Zeit und der damit zusammenhängenden Verminderung der Gasexhalation werden die durch vorherigen Barometerfall in Thätigkeit gesetzte Signalvorrichtungen durch einen ebenfalls elektromagnetischen Auslösemechanismus in ihre Normallage zurückgeführt, so dass die dem vorangegangenen Fallen des Barometers entsprechenden Signale dann nach Ablauf der 8 Stunden nicht gegeben werden. Das Läutewerk ist mit einer Stufenscheibe versehen, welche in Folge der vom fallenden Barometer hervorgerufenen Stromschlüsse durch elektromagnetische Bewegungsvorrichtungen derart eingestellt wird, dass die der Stellung dieser Stufen-

scheibe entsprechende Anzahl von Schlägen des Läutewerkes der Anzahl von Millimetern entspricht, um welche das Barometer gesunken ist.

Verfahren zur Entfernung des Glühspanes, bezw. zur Verhütung der Bildung desselben an Stahl- oder Eisendraht beim Weichmachen desselben. Von G. Printz jun. in Aachen. No. 37998 vom 8. April 1886.

Der Draht wird unter Luftzutritt geglüht, nachdem man denselben mit einem Ueberzuge aus Borax oder anderen sauren borsauren Alkalien oder den Cyanverbindungen der Schwermetalle versehen hat. (P.-B. 1887. No. 1.)

Herstellung positiver Elektroden für galvanische Elemente. Von S. W. Maquay in London. No. 37933 vom 11. März 1886. (1887. No. 1.)

Galvanisches Element. Von H. Aron in Berlin. No. 38220 vom 30. Juni 1886. (1887. No. 1).

Verfahren, Eisenwaaren mit einer widerstandsfähigen Schicht von Silber-Zinn-Legirungen zu versehen. Von J. Brandt in Berlin. No. 37950 vom 1. November 1885. (1887. No. 1.)

Für die Werkstatt.

Hinterbohrte Löcher. Original-Mittheilung. Um Löcher im vollen Metall von einer gewissen Tiefe ab grösser zu bohren als am Anfange, was unter Umständen z. B. beim Gewindeschneiden u. s. w. erwünscht ist, kann man die bekannte Thatsache verwenden, dass durch einen Bohrer, dessen Spitze nicht in der Axe liegt, ein Loch erzeugt wird, dessen Durchmesser grösser als die Breite des Bohrers ist, weil dieser dann beim Schneiden um die wirkliche Spitze und nicht um die eigentliche Axe rotirt.

Man bohrt nämlich mit einem richtig geschliffenen Bohrer das Loch so tief, als man es von kleinerem Durchmesser wünscht und setzt alsdann die Arbeit mit einem Bohrer von derselben Breite fort, dessen Spitze jedoch um die halbe gewünschte Differenz der Lochdurchmesser ausserhalb der Mitte liegt. Ist diese Differenz bedeutend, so erreicht man den Zweck am Sichersten, indem man die kürzere Schneide nicht schärft. Dass dieser zweite Bohrer besonders an der Seite der längeren Schneide keine seitliche Führung haben darf, vielmehr die entsprechende Flanke stark ausgeschweift sein muss, ist selbstverständlich. Bei Beginn des Weiterbohrens mit diesem Bohrer gehe man nicht zu schnell vor, bis die Spitze des letzteren in die Spur der Spitze des ersten Bohrers gelangt ist. *P.*

Bohren von Glas. Revue chronométrique. 1886. October-Heft. S. 185.

Zum Bohren von Glas mittels eines schnell rotirenden stählernen Bohrers, welcher mit Terpentin angefeuchtet ist, wird ein Zusatz von Oxalsäure oder Zwiebelsaft zum Terpentin empfohlen. — Ref. möchte diese Zusätze für nicht besonders wesentlich halten. Viel wesentlicher für eine schnelle Ausführung dieser Arbeit dürfte es sein, dass man den Bohrer bei möglichst niedriger Temperatur härtet, ihn glashart verwendet und ihn nicht zu schnell rotiren lässt, sowie besonders dafür sorgt, dass er keinen Moment trocken (ohne Terpentin) läuft. Uebrigens lässt sich Glas auch gut unter Anwendung von Petroleum bohren, wenngleich dabei eine der wesentlichsten Wirkungen des Terpentins, die durch seine leichte Verdampfung bewirkte Kühlung des Werkzeuges, geringer ist.

Um das Ausspringen der Lochkanten beim Beginn zu verhüten, thut man gut, zuerst mit einer glasharten dreikantigen Stahlspitze eine Senkung anzubohren, welche etwas grösser ist, als der Durchmesser des zu bohrenden Loches, und dann erst mit dem Lochbohrer die Arbeit fortzusetzen. Um das Ausbröckeln und eventuell Springen beim **Durchbohren** einer Glasplatte zu verhüten, kittet man natürlich gegen die hintere Fläche ein Stück Glas dicht an. *P.*

Berichtigung.

S. 14, lies den Namen des Verfassers der Abhandlung: „Ueber ein neues Anemometer" Dr. A. Koepsel statt Dr. A. Köpsel.

S. 34, Z. 10 von unten lies: $\alpha = 0{,}0419913 \pm 0{,}0000078$ statt $\alpha = 0{,}0419913 \pm 0{,}0000078$ t.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Lange jetzt Otto Lange in Berlin NW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VII. Jahrgang. **März 1887.** Drittes Heft.

Modification der Mach'schen optischen Kammer und des Bunsen'schen Photometers, um sie zu Demonstrationen geeigneter zu machen.

Von

Bruno Kolbe in St. Petersburg.

I. E. Mach's optische Kammer.

Dieser zur Demonstration der Brechung des Lichtes in Linsen vorzüglich geeignete Apparat, den auch Pfaundler[1]) empfiehlt, besteht bekanntlich in einem länglichen Holzkasten, dessen eine End- und beide Seitenflächen aus Glas bestehen. Vor ersterer ist ein Gitter angebracht, durch welches Sonnenlicht in den Kasten fällt. Wird dieser mit Rauch gefüllt, so ist der Gang der Lichtstrahlen deutlich sichtbar. Werden in den Kasten Linsen eingestellt, so kann man die Brechung des Lichtes sehr anschaulich vorführen, ohne dass es nöthig wäre, das Auditorium zu verdunkeln, was für manche Schulen, die kein besonderes physikalisches Cabinet besitzen, ein grosser Vorzug ist. Durch Anwendung farbiger Gläser tritt die Kreuzung der Lichtstrahlen noch schöner hervor. Mit rothem und blauem Glase lässt sich auch die chromatische Aberration zeigen.

Durch geringe Modificationen lässt sich dieser noch zu wenig[2]) beachtete Apparat wesentlich bequemer und leistungsfähiger machen, sodass man mit demselben, wenigstens bei populären Demonstrationen, die wichtigsten Linsengesetze und die Reflexion an sphärischen Spiegeln vorführen kann, wozu sonst die weniger instructive optische Bank benutzt werden müsste.

Die von mir vervollständigte Mach'sche optische Kammer hat folgende Einrichtung, die sich beim Gebrauche gut bewährt hat.

Der aus schwarzpolirten Bilderleisten hergestellte Kasten (Fig. 1 a. f. S.) ist (innen) 75 cm lang, 17 cm breit und 20 cm hoch. Die eine Endfläche ist mit Spiegelglas versehen, während in den Deckel und in beide Längsseiten gutes Fensterglas eingesetzt ist. Der Boden und die andere Endfläche bestehen aus 15 mm dicken Brettchen. Im Inneren ist das Holzwerk des Kastens matt geschwärzt. Vor dem Spiegelglase am Ende befindet sich zu beiden Seiten (aussen) ein Falz, in welchen nach Bedarf gröbere oder feinere Gitter aus dickem schwarzem Bristolcarton eingeschoben werden. Die Höhe der Gitter beträgt etwas mehr als der Durchmesser der Linsenfassung (115 mm). Als zweckmässigste horizontale Breite der Gitter ergab sich

[1]) Pfaundler: Lehrbuch der Physik und Meteorologie. 1879. Bd. II. 1. S. 127.

[2]) Selbst in den vollständigsten Lehrbüchern der Physik habe ich (ausgenommen bei Pfaundler) die Mach'sche optische Kammer nicht erwähnt gefunden. Auch Weinhold (in seinen trefflichen „physikalischen Demonstrationen“ (1881) sowie in der „Vorschule der Experimentalphysik“ (1883) übergeht den Apparat.

durch Versuche, für Sonnenschein 30 bis 40 mm, während die Höhe der Lücken, die gleich derjenigen der Zwischenräume genommen wurde, sich nach der mittleren Entfernung der Zuschauer richten muss. Je näher die Zuschauer herantreten können, um so feiner kann das Gitter genommen werden (bis 2 mm), und um so eleganter ist die Erscheinung. Nur ist, je enger das Gitter genommen wird, umsomehr darauf

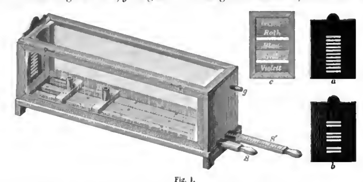


Fig. 1.

zu achten, dass die Blicklinie horizontal ist, da sonst die Zwischenräume zwischen den Lichtstrahlen verschwommen erscheinen. Als zweckmässige Höhe (Breite) der Lücken fand ich 5 bis 6 mm.

Auf dem Boden des Kastens sind drei Holzschienen parallel zur Längsrichtung angeschraubt, zwischen denen zwei Holzleisten S, S'[1]), deren Handgriffe durch die Holzwand hervorragen, hin- und herbewegt werden können. — Nahe am Ende (zur Spiegelplatte zu) ist auf jedem Schieber ein schwarzes Holzbänkchen befestigt, das die Stützleisten überragt und dessen Füsschen den Boden des Kastens streifen. Auf diesen Bänkchen sind die Röhren R, R' angebracht, in welche der cylindrische Stiel der Linsenfassung bezw. der sphärischen Spiegel hineinpasst, sodass die optischen Axen der Linsen zusammenfallen. Durch ein Gummiröhrchen g wird Rauch eingeblasen. Mit dieser modificirten Mach'schen Kammer lässt sich u. a. Folgendes demonstriren:

1. Reflexion an sphärischen Spiegeln.

Das gröbere Gitter a (Fig. 1) wird eingeschoben, der Concav- bezw. der Convexspiegel wird in R' eingestellt und der Schieber S' halb herausgezogen. Beim Hohlspiegel sieht man eine prachtvolle Katakaustica, besonders, wenn man farbige Glasscheiben, die passend in einem Rahmen c befestigt sind, vor das Gitter stellt, durch welches Sonnenlicht eintritt. Für diesen Zweck sehr geeignete sphärische Spiegel erhält man einfach durch Versilberung der einen Seite von grossen Uhrgläsern. Meine Spiegel haben einen Durchmesser von 138 mm und einen Krümmungsradius von $\rho_1 = -139{,}3$ und $\rho_2 = +139{,}8$.

2. Brechung des Lichtes in Linsen.

Der Glasdeckel wird mit schwarzem Carton bedeckt, ebenso die den Zuschauern abgekehrte Seitenfläche, was auch für das vorhergehende Experiment zu empfehlen ist. Diese Seitenfläche ist nur deshalb aus Glas, weil man dann nach

[1]) Bei Anwendung nur zweier Linsen (bezw. einer Linse und eines Hohlspiegels, s. w. u.) würde ein fester Ständer und ein Schieber genügen. Es ist jedoch bequemer, bei geschlossenem Kasten, beide Linsenständer verschieben zu können.

Bequemlichkeit das Licht von rechts oder von links einfallen lassen kann. Der Glasdeckel gestattet dem Experimentirenden eine leichtere Controle und ist nicht absolut nöthig. In *R* wird eine Biconvexlinse und in *R'* entweder eine zweite Biconvexlinse von etwas geringerer Brennweite, oder eine Biconcavlinse (von möglichst derselben negativen Brennweite) eingestellt. Durch langsames Aus- und Einschieben des Schiebers *S'* erhält man ein sehr anschauliches Bild, besonders durch Vorsetzen der farbigen Gläser vor das Gitter, da sich dann die Kreuzung der Lichtstrahlen leichter verfolgen lässt. Meine Linsen haben einen Durchmesser von 110 mm und einen Focus von $f_1 = +295$ mm, und $f_2 = -295$ mm. Die zweite Sammellinse hat einen Focus $f_3 = +200$ mm. (Natürlich sind auch kleinere Linsen anwendbar.)

3. Demonstration der chromatischen Aberration.

Ein feineres Gitter (Spaltbreite 3 mm) wird eingeschoben, der Rahmen mit den farbigen Gläsern so davor aufgestellt, dass die eine Hälfte des Gitters mit rothem, die andere mit blauem Glase bedeckt ist. (Ein zwischen beiden angeordneter, schmaler weisser Glasstreifen befindet sich also vor dem mittleren Spalt. Die feine weisse Linie im Rauche markirt die optische Axe). Der Schieber *S'* wird herausgezogen, sodass die Sammellinse in *R* allein wirkt. Will man die Differenz der Brennweiten der rothen und der blauen Strahlen messen, so steckt man in *R'* einen schmalen Streifen von weissem Carton und stellt ihn in den Focus ein. Der zugehörige Schieber *S'* ist in Millimeter getheilt, was eine bequeme angenäherte Messung gestattet. Dieser Schieber *S'* ist oben mit Millimeterpapier No. 106 (Schleicher & Schüll in Düren) beklebt. Ein kleiner Index an der festen Wand (aussen) gestattet eine leichte Ablesung.

4. Demonstration der sphärischen Aberration.

Ein Gitter, das in der Mitte drei und am Rande je zwei Spalte hat, *b* (Fig. 1), wird eingeschoben. Vor die Mitte wird ein grünes Glas gehalten. Die weissen Randstrahlen haben einen merklich kürzeren Focus.

5. Brechung des Lichtes im Prisma.

Das Gitter wird durch eine volle Cartonscheibe ersetzt. — Der schwarze Carton, welcher das Glas des Deckels bedeckt, hat unweit des Randes, wo die Gitter sich befinden, parallel der kurzen Kante des Deckels, einen Spalt von 3 mm Breite und 40 bis 50 mm Länge. In *R'* wird ein Flintglas- (besser Strass- oder Kohlenstoff-) Prisma mit der brechenden Kante horizontal befestigt. Ein kleiner, auf den Deckel gestellter Spiegel (versilbertes mikroskopisches Deckglas) reflectirt die horizontal ankommenden Sonnenstrahlen schräg nach unten durch den Spalt auf das Prisma, welches so gedreht wird, dass die brechende Kante unten ist und daher das austretende, divergente farbige Strahlenbündel der Längsrichtung des Kastens entlang fallen kann. Bei diesem Experiment darf nur wenig Rauch im Kasten sein. Lässt man das Spectrum entlang einem weissen (verticalen) Carton fallen, so erscheint es sehr intensiv.

Da die beschriebene optische Kammer nicht gut geeignet ist, die Reflexion an Planspiegeln zu demonstriren, so construirte ich nach demselben Princip einen

Reflexionsapparat,

der die Vorzüge der Mach'schen Kammer mit denen des instructiven Tyndall'schen Apparates[1]) vereinigt und dabei keine Verdunkelung des Auditoriums erfordert.

[1]) John Tyndall: Six lectures on Light., London 1875. S. 11.

Ein aussen schwarz lackirter, innen matt geschwärzter Holzkasten von 80 cm Breite, 50 cm Höhe[1]) und etwa 5 cm Tiefe (Fig. 2) ist vorn mit einem Glasdeckel und seitlich wieder mit einem Röhrchen g zum Einblasen von Rauch versehen. Auf die innere Hinterwand ist ein dieselbe ausfüllendes Stück von schwarzem Bristolcarton befestigt, auf welchem ein in ganze Grade getheilter Halbkreis (Radius = 37 cm) mit Goldtusche gezeichnet ist (zur Fixirung wurde der Carton nach dem Trocknen mit verdünnter weisser Politur überzogen). Im Mittelpunkte ist eine hohle Axe durch die Hinterwand geführt und aussen daran ein Knopf zum Drehen angebracht. An das innere Ende der Axe ist eine 4 mm dicke runde Messingplatte gelöthet, welche genau im Drehungsmittelpunkt eine axiale Bohrung hat, in welche ein Gewinde geschnitten ist.[2]) An die Platte ist ein Zeiger aus starkem Neusilberblech (spitz zulaufend, an der Basis 4 mm breit), von 27 cm Länge, mit Schrauben befestigt. Ein kleiner Spiegel R (versilbertes mikroskopisches Deckglas) von 40 mm Länge und Breite, der in einem Messingrahmen befestigt ist, wird in das Gewinde eingeschraubt und so gestellt, dass das Spiegelbild des Zeigers mit dem Zeiger selbst in einer Geraden zu liegen scheint. In der Höhe der Drehungsaxe (entsprechend 0° und 180° der Kreistheilung) befindet sich in jeder Seitenwand ein horizontaler Spalt S und S' von 3 mm Höhe und etwa 45 mm Länge. Durch ein kleines Gummiröhrchen wird Rauch in den Kasten geblasen. Zwei entgegengesetzt liegende Spalte sind bequemer als ein einziger, da man von der Richtung des einfallenden Sonnenlichtes unabhängiger ist, auch ist die Benutzung des bei 180° befindlichen Spaltes bei Anwendung eines Prismas (s. w. u.) zweckmässiger.

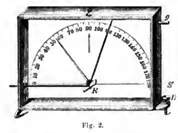


Fig. 2.

Mit diesem Reflexionsapparat kann man sehr anschaulich folgende Versuche einer grösseren Anzahl von Personen gleichzeitig vorführen:

1. Demonstration des Reflexionsgesetzes.

Durch den Spalt links (bei 0°) lassen wir Sonnenlicht eintreten. Hierbei ist darauf zu achten, dass der im Rauche als scharfes weisses Band sichtbare einfallende Strahl genau auf die Mitte des Spiegels fällt, dessen reflectirende Fläche in die Drehungsaxe fallen muss. Durch Drehung des Spiegels ergiebt sich ohne Weiteres, dass der Einfallswinkel gleich dem Ausfallswinkel ist. Um die richtige Lage des einfallenden Strahles bequem einstellen zu können, ist der ganze Kasten durch die Stellschraube B um eine horizontale Axe stellbar.

2. Totale Reflexion (am Prisma).

Statt des Spiegels R setzen wir ein Strassprisma ein und drehen dasselbe, bis totale Reflexion eintritt. Ist das Prisma am freien Ende matt geschliffen, so wird das Experiment besonders anschaulich, da man dann auch im Prisma selbst den Gang der total reflectirten Strahlen verfolgen kann. Ein Flintglasprisma ist natürlich auch brauchbar, ebenso ein passend gefasstes Schwefelkohlenstoffprisma. Im Querschnitt sollte das Prisma mindestens 40 mm Kantenlänge haben.

[1]) Für Schulzwecke genügt eine Breite von 60 und eine Höhe von 40 cm. Alsdann braucht der Zeiger (und der Radius des getheilten Kreises) nur 27 cm zu betragen.

[2]) Bequemer ist es, wenn die Drehungsaxe des Spiegels (und des Prismas) conisch geformt ist und mit leichtem Druck in die gleichfalls conische Oeffnung hineinpasst.

3. Brechung des Lichtes im Prisma.

Zweckmässig lassen wir jetzt den Strahl durch den Spalt S' bei 180° einfallen, da dann der Ablenkungswinkel unmittelbar abgelesen werden kann. Wie bereits oben bemerkt worden, darf bei diesem Versuch nur wenig Rauch im Kasten sein. Sehr deutlich lässt sich das Minimum der Ablenkung zeigen. Das austretende farbige Strahlenbündel wird besonders gut sichtbar, wenn man den Kasten so dreht, dass die Strahlen die innere Glasfläche des Deckels streifen.[1])

Vor mehreren Jahren hat Herr W. A. Rosenberg in Petersburg einen optischen Apparat[2]) construirt, der mit Hilfe von Cylindergläsern auf einer weissen Fläche den Gang der Lichtstrahlen in vorzüglicher Weise objectiv sichtbar macht. In neuerer Zeit hat Rosenberg seinen „optischen Universalapparat“ derart verbessert, dass man mit demselben auch bei Lampenlicht die wichtigsten optischen Erscheinungen vollständig vorführen kann. — Bei Sonnenlicht oder bei elektrischem Bogenlicht ist die Erscheinung an der optischen Kammer von Mach oder an meinem Reflexionsapparat kaum weniger elegant (besonders in einem verdunkelten Zimmer). Letztere Apparate haben den Vorzug grosser Einfachheit; so dass man sie selbst herstellen und die bereits vorhandenen Linsen und Prismen benutzen kann.

Selbstverständlich kann man anstatt des Sonnenlichtes auch elektrisches Bogenlicht oder Drummond'sches Kalklicht anwenden, dessen Strahlen durch einen Projectionsapparat parallel gemacht sind. Petroleum-Lampenlicht ist weniger zweckmässig, da es schwer in genügender Lichtstärke (30 bis 40 Meterkerzen) im Projectionsapparate verwendbar ist; auch sind die Strahlen, besonders die brechbareren, immerhin so lichtschwach, dass das Auditorium verdunkelt werden muss, wodurch ein grosser Vorzug der Apparate verloren geht.

II. Modification des Bunsen'schen Photometers.

Das Bunsen'sche, sogenannte Fettfleck-Photometer liefert bekanntlich sehr genaue Resultate. Zur Demonstration, besonders in Mittelschulen, ist es aber wenig geeignet, da es kostspielig ist, und Gas, sowie einen besonderen Apparat zur Regulirung des Gasdruckes erfordert. Daher kann eine leicht herstellbare, sehr transportable Modification desselben ein gewisses Interesse beanspruchen, wenngleich wenig wesentlich Neues daran vorkommt.

Statt der kleinen Gasflamme im Inneren des Photometers habe ich eine Benzinkerze benutzt, wie es auch Weber[3]) bei seinem zu anderen Zwecken construirten Photometer gethan. Um das mühsame Reguliren der Flamme möglichst zu vermeiden, ist die Benzinkerze in einem besonderen Gehäuse A angebracht, welches im Rohre B, wo der Schirm sich befindet, mittels eines Triebes aus- und eingeschoben werden kann. Das Kerzengehäuse A ist zum Schirme zu mit einer guten Spiegelglasplatte geschlossen, um den Schirm vor Kohlenstaub zu schützen. Benutzt ist ein Töpler'scher Schirm, welcher statt des Fettfleckes ein weisses Papier

---

[1]) Befestigt man dicht hinter dem Spiegel (oder Prisma) einen weissen Carton, sodass die Lichtstrahlen die weisse Fläche streifen, so ist die Erscheinung so deutlich, dass man sie auch mit Hilfe von Kerzenlicht demonstriren kann.

[2]) W. L. Rosenberg: „Neue optische Apparate“. St. Petersburg 1877 (russisch).

[3]) L. Weber: Mittheilungen über einen photometrischen Apparat. Wied. Ann. d. Phys. und Chemie 1883.



mit einer kreisförmigen Oeffnung (von etwa 15 mm Durchmesser) hat, welches von beiden Seiten mit feinem durchscheinenden Papier bedeckt ist. Sehr geeignet ist, wie ich nach vielen Versuchen erkannte, weisses Papier No. 50 von Schleicher & Schüll in Düren in die Mitte, und Pauspapier No. 106 zu beiden Seiten.

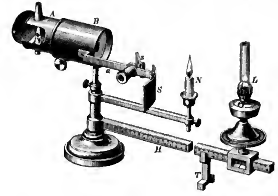


Fig. 3.

Letzteres wird stramm auf Ringe von schwarzem Carton gezogen und dicht auf das passend ausgeschnittene Papier No. 50 gelegt, und die Ränder beider Ringe beklebt. — Seitlich hat das äussere Rohr (worin der Schirm sich befindet) einen Arm *a*, der ein Sehrohr und einen drehbaren Spiegel *s* (grosses versilbertes mikroskopisches Deckglas) trägt, durch welchen man den Schirm beobachtet. Am Ende des Armes befindet sich ein schwarzer Schirm *S*, um das Licht der zu untersuchenden Lampe vom Auge abzuhalten. — Der Schirm des Photometers wird also von einer unverrückbaren Stellung aus beobachtet, was die Genauigkeit der Ablesung so wesentlich erhöht, dass diese Methode nur wenig hinter der Vergleichung beider Schirmseiten durch Spiegel oder totalreflectirende Prismen zurückbleibt. — Beim Nichtgebrauche schützt ein passender Deckel, welcher vorn auf das Rohr *B* gesetzt wird, den Schirm vor Staub.

Das Photometer kann auf einem Ständer befestigt werden, der einen schweren Fuss hat und eine Leiste aus hartem Holz trägt, auf welchem eine Scale aufgetragen ist; letztere gestattet, die Lichtstärke der untersuchten Lampen direct in Meterkerzen abzulesen, wenn die Normalkerze *N* in der Entfernung von 20 cm aufgestellt wurde. Die Leiste hat eine flache Rinne, in welche Millimeterpapier aufgeleimt ist. Die Centimeter sind am oberen Rande mit Tusche markirt, während der untere Rand die Photometerscale (s. d. Tabelle am Schluss) enthält. Nach der Eintheilung wurde das Papier lackirt. Damit der Scalenstab nicht ungebührlich lang ist, besteht derselbe aus einem fest am Ständer befestigten Theile von 110 cm Länge (entsprechend 30 Meterkerzen, was zu Demonstrationen völlig ausreicht) und einem auf einem besonderen Fuss befindlichen zweiten Stück[1]) von gleicher Länge (bis 121 Meterkerzen reichend), welches durch zwei Stifte, die genau in zwei Löcher am Ende des festen Stückes hineinpassen, mit diesem verbunden wird. Eine bewegliche Stütze *T* dient zur Unterstützung der Verbindungsstelle. Die zu untersuchende Lampe *L* wird auf den runden Holzteller des mit einer Marke versehenen Schiebers gesetzt, der einen etwas vorstehenden Rand und drei flache Rinnen hat, die vom Centrum zur Peripherie gehen und gleiche Winkel mit einander bilden.

Wird nur der feste Theil der Photometerscale benutzt, so wird die bewegliche Stütze, die eine Gabel hat, in welche die Holzleiste zu liegen kommt, an das freie Ende des Stabes geschoben, um dieses zu unterstützen. Das Photometer selbst

[1]) Für Schulzwecke überhaupt nicht erforderlich.

kann in dem hohlen Ständer höher und tiefer gestellt, mithin jeder Lampe angepasst werden.

Um den Ständer mit der Photometerscale zugleich auch für andere, etwa zu demonstrirende Photometer anwenden zu können, brachte ich den Leuchter für die Normalkerze an einem drehbaren Arme von 20 cm Länge an. Ersetzen wir das beschriebene Photometer durch ein Lambert'sches[1] (Rumford'sches genannt) oder ein Ritchie'sches, so brauchen wir nur den Arm des Leuchters passend zu drehen und sind sicher, dass die Normalflamme in jedem Falle gleich weit vom Schirme entfernt ist.

Die Photometerscale ist auf das Millimeterpapier des Stabes nach folgender, von mir neu berechneten Tabelle aufgetragen.

Photometer-Tabelle.

Für eine Entfernung der Normalkerze $e = 20$ cm, E = Entfernung der zu untersuchenden Flamme (in Centimetern), J = Lichtstärke der zu untersuchenden Flamme (in Normal-Meterkerzen).

$$J = \frac{E^2}{e^2} = \left(\frac{E}{20}\right)^2 \qquad E = e\sqrt{J} = 20\sqrt{J}$$

E	J	E	J	E	J	E	J	E	J	E	J	E	J
6,32	0,1	20,00	1	66,33	11	91,65	21	111,35	31	128,06	41	148,32	55
8,94	0,2	28,28	2	69,28	12	93,81	22	113,14	32	129,61	42	154,92	60
10,95	0,3	34,64	3	72,11	13	95,92	23	114,89	33	131,15	43	161,24	65
12,63	0,4	40,00	4	74,83	14	97,98	24	116,62	34	132,66	44	167,33	70
14,14	0,5	44,72	5	77,45	15	100,00	25	118,32	35	134,16	45	173,20	75
15,49	0,6	48,99	6	80,00	16	101,98	26	120,00	36	135,65	46	178,88	80
16,73	0,7	52,91	7	82,46	17	103,92	27	121,65	37	137,11	47	184,39	85
17,89	0,8	56,57	8	84,85	18	105,83	28	123,29	38	138,56	48	189,74	90
18,96	0,9	60,00	9	87,18	19	107,70	29	124,90	39	140,00	49	194,93	95
20,00	1,0	63,24	10	89,44	20	109,54	30	126,49	40	141,42	50	200,00	100

Die in Vorstehendem beschriebenen Apparate werden von dem Mechaniker und Optiker O. Richter in Petersburg und dem Universitätsmechaniker P. Schultze in Dorpat in solider Ausführung hergestellt.

St. Petersburg, im October 1886.

Ueber den Bau und Gebrauch wissenschaftlicher Wagen.

Von

Dr. G. Schwirkus in Berlin.

(Fortsetzung.)

In denjenigen Fällen, in denen Reiter nicht mehr anwendbar sind, muss man sich entweder der üblichen Milligramm- und Bruchmilligrammgewichte aus Blech, oder anzuhängender Drahtgewichte bedienen. Erstere können bis zu der Kleinheit, in der sie noch gebraucht werden — mindestens bis 0,05 mg herab —

[1] Lambert: Photometria sive de mensura et gradibus luminis, colorum et umbrae. Augustae vendelicorum 1760. Als besonderer Apparat hergestellt von Rumford (Philos. Transact. LXXXIV, S. 67), verbessert u. A. von Bertin-Sans (Annales d'Hygiène 1882, Janv.-Fevr.) Sehr viel genauer wird die Ablesung, wenn man als schattenwerfenden Körper ein durchbrochenes Gitter anwendet. (Verf. in v. Graefe's Archiv für Opht. 1884, II, S. 23.)

nur aus feinst ausgewalztem Aluminiumblech so hergestellt werden, dass sie Fläche für eine einfache Bezeichnung, eine aufgebogene Ecke zum Anfassen und trotzdem den erforderlichen Rest innerer Festigkeit besitzen. Dennoch bleiben sie von grösster Vergänglichkeit, bedingen wegen der Schwierigkeit ihrer Handirung langes Oeffnen des Kastens und unterliegen ungeachtet der an sich nicht geringen Haltbarkeit des Aluminiums wegen ihrer verhältnissmässig sehr grossen Oberfläche der Oxydationsgefahr.

Anhängegewichte aus Draht sind mit diesen Uebelständen weniger behaftet und bieten dazu den grossen Vortheil, dass sie bei geeigneter (am besten Hufeisen-) Form mittels eines Mechanismus sehr sicher und ohne Oeffnen des Gehäuses an das Gehänge angehängt werden können. Es wird daher von ihnen besonders zu feinsten Wägungen zunehmend Gebrauch gemacht.

Um ihre Anzahl auf das kleinste Maass zurückzuführen, stuft man sie zweckmässig nicht nach der gewöhnlichen Gewichtsscale ab, sondern wählt eine Reihe, welche weniger Glieder erfordert. Als solche kommen zunächst in Betracht die bekannte Reihe:

$$1,\ 2,\ 4,\ 8,\ 16,\ 32\ \ldots,$$

d. h. die Potenzen von 2, und die von Stahlberger[1]) vorgeschlagene, noch rascher wachsende Reihe:

$$1,\ 3,\ 9,\ 27,\ 81\ \ldots$$

der Potenzen von 3. Die erste Reihe giebt alle ganzen Zahlen durch blosse Summation einzelner Glieder, was daraus folgt, dass jedes ihrer Glieder Eins mehr als die Summe aller vorangegangenen ist. Wenn nämlich die Summe aller Glieder bis zum n^{ten} noch nicht zur Darstellung einer gegebenen Zahl ausreicht, kann man an ihre Stelle das $(n+1)^{\text{te}}$ Glied setzen und zur Darstellung des etwa fehlenden Restes wieder mit den ersten Gliedern beginnen. Die zweite Reihe giebt dagegen alle ganzen Zahlen theils durch Summation, theils durch Subtraction ihrer einzelnen Glieder; es beträgt nämlich jedes Glied Eins mehr als die doppelte Summe der vorangegangenen. Wenn daher die Summe der ersten n Glieder die gegebene Zahl noch nicht darstellt, giebt das $(n+1)^{\text{te}}$ Glied, vermindert um diese Summe, die nächstfolgende Zahl, und indem der Subtrahend allmälig wieder verkleinert wird, alle weiteren Zahlen bis zum $(n+1)^{\text{ten}}$ Gliede selbst. Beide Reihen erschöpfen zugleich mit der Darstellung aller ganzen Zahlen auch alle möglichen Combinationen, stellen also, jede in ihrer Art, den denkbar günstigsten Fall dar. Für Gewichtsätze, deren Stücke beliebig auf die eine oder die andere Schale gebracht werden können, bedingt offenbar die zweite Reihe die geringste Anzahl von Stücken. Sollten die Gewichte aber wie im vorliegenden Falle mittels mechanischer Vorrichtungen an die Schalen gehängt werden, so kann man nicht jedes Stück auf jeder Schale verwenden, weil dies den Mechanismus zu sehr compliciren würde. Die zweite Reihe müsste daher, zur Ermöglichung der Subtractionen, doppelt, auf jeder Seite der Wage einmal, vorhanden sein, wogegen es bei der ersten genügt, den Balken auf der einen Seite um den Betrag des letzten Gliedes (k_n) schwerer zu machen, um durch allmäliges Zulegen ihrer Glieder auf der anderen Seite alle ganzen Zahlen von $-k_n$ bis $k_n - 1$ zu erhalten. Hierdurch neigt sich, wie die Vergleichung lehrt, der Vortheil in unserem Specialfalle auf Seite der ersten Reihe. Die sechs ersten Glieder derselben geben z. B. alle Zahlen von -32 bis $+31$, wofür von der zweiten Reihe vier Glieder doppelt, also acht anzuwenden wären. Dass dabei die Wage nur einspielt, wenn das letzte

[1]) Carl's Repertorium. 5. S. 10.

Glied aufliegt, bedingt freilich, dass Erleichterungen der Schale (d. h. die früheren **negativen** Zulagen) um so grössere Umstellungen erfordern, je kleiner der auszugleichende Gewichtsbetrag ist, entschädigt für diese Unbequemlichkeit aber einigermaassen dadurch, dass nur positive Zulagen zu notiren sind, was die beim Notiren von Zulagen so leicht vorkommenden Irrthümer einschränkt und die Rechnung erleichtert.

Um indess dennoch in der gewöhnlichen Weise positive und negative Zulagen machen zu können, müssen wir die beiden — offenbar vorhandenen — **ungleichen** Reihen aufsuchen, deren Benutzung auf den beiden Seiten der Wage zu gleich günstigen Ergebnissen führt. Diese Reihen sind dadurch definirt, dass der kleinste, mit einem (dem n^{ten}) Gliede herstellbare Werth (bestehend aus ihm allein, ohne Hinzufügung anderer Glieder der Reihe, aber vermindert um die $n-1$ ersten Glieder der negativen Reihe) um Eins grösser sein muss, als der grösste mit dem $n-1^{ten}$ Gliede herstellbare Werth (bestehend aus der Summe der ersten $n-1$ Glieder ohne Verminderung durch ein Glied der negativen Reihe) und umgekehrt. Sei daher die positive Reihe die der k, die negative die der l, so muss für die positive Reihe sein:

$$k_n - (l_1 + l_2 + \dots l_{n-1}) = (k_1 + k_2 + \dots k_{n-1}) + 1.$$

Für die negative hat man die k mit l und die Vorzeichen zu vertauschen; ausserdem müssen die k links bis zum n^{ten} gehen, da die Glieder der zweiten Reihe ihrem Zahlenbetrage nach über die Glieder der ersten von gleicher Ordnungszahl hinausreichen; man erhält:

$$-l_n + (k_1 + k_2 + \dots k_n) = -(l_1 + l_2 + \dots l_{n-1}) - 1.$$

Die Addition beider Gleichungen ergiebt zunächst $l_n = 2\,k_n$; setzt man diesen Werth in die erste Gleichung ein, so wird:

$$k_n - 2\,(k_1 + k_2 + \dots k_{n-1}) = (k_1 + k_2 + \dots k_{n-1}) + 1$$

oder

$$k_n = 3\,(k_1 + k_2 + \dots k_{n-1}) + 1.$$

Aus der letzten Gleichung lassen sich jetzt die k als die Reihe der **Potenzen** von 4 oder, was dasselbe ist, der **geraden** Potenzen von 2 ausrechnen, sodann ergiebt die Beziehung $l_n = 2\,k_n$ die l als die Reihe der mit 2 multiplicirten geraden oder, was dasselbe ist, der **ungeraden** Potenzen von 2, d. h. man erhält die positive Reihe 1, 4, 16, 64, ..., die negative Reihe -2, -8, -32, ... Beide Reihen enthalten zusammen wieder sämmtliche Potenzen von 2; der Unterschied gegen früher besteht nur darin, dass die Glieder abwechselnd der einen und der anderen Seite der Wage zugetheilt sind. In entsprechender Form geschrieben:

$$\dots,\ 16,\ 4,\ 1 \mid 2,\ 8,\ 32,\ \dots$$

lässt sie leicht erkennen, dass der Erfolg erreicht ist, nur mit der Einschränkung, dass man bei gleicher Gliederzahl auf beiden Seiten nicht mehr gleich weit reicht, was früher bis auf eine Einheit der Fall war. Wollte man auch hier durch entsprechende Tarirung des Balkens die Gleichheit herstellen, so würde der besondere Vorzug dieser Reihe, dass man zu den kleinsten Zulagen auch nur die kleinsten Gewichte verwendet, wieder verloren gehen. Dass jede Hälfte für sich rascher wächst als die Reihe der Potenzen von 3, bleibt dagegen bestehen.

Dies erledigt zunächst die Frage der besten Darstellung der ganzen Milligramme, genügt jedoch noch nicht für die Bruchtheile eines Milligrammes. Hier entsteht die Schwierigkeit, dass Anhängegewichte nicht gut unter $^1/_4$ mg, zweckmässig sogar nicht unter $^1/_2$ mg Schwere ausführbar sind. Kleinere Gewichts-

grössen können somit nur als Differenzen je zweier Gewichte dargestellt werden. Es ist nun klar, dass man ohne den eben erwähnten Uebelstand die einfachste Lösung erhielte, wenn man für die ganzen Milligramme die letzte nach den positiven Potenzen von 2 fortschreitende Reihe bestehen liesse, für die Bruchmilligramme aber dieselbe Reihe rückwärts nach negativen Potenzen von 2, also in der Form:

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8} \ldots .$$

verlängerte. Denn diese Reihe giebt alle Vielfachen ihres letzten (kleinsten) Gliedes, weil, wenn sie gleichnamig gemacht wird, ihre Zähler wieder in der Reihe 1, 2, 4, 8 . . . . erscheinen.

Denkt man sich ferner diese Bruchmilligramme $^1/_2$, $^1/_4$ . . . . ein für alle Mal mit einem ganzen Milligramm verbunden, welches aber stets der andern Schale der Wage hinzugefügt wird, so ist dies dasselbe, als ob man die Grössen $1 - {^1/_2}$, $1 - {^1/_4}$ . . . ., d. h. die Ergänzungen obiger Brüche zu Eins als Zulagen benutzte. Diese Grössen geben offenbar ebenfalls alle Vielfachen des vorigen kleinsten Bruches, nur, je nach Umständen, vermehrt oder vermindert um so viel ganze Milligramme, als Bruchmilligramm-Stücke verwendet sind. Da man aber im Stande ist, jede beliebige Anzahl ganzer Milligramme durch entsprechende Vermehrung oder Verminderung der Vollmilligramm-Stücke wieder auszugleichen, so müssen auch diese neuen Bruchmilligramme die Eigenschaft haben, alle Vielfachen des vorigen kleinsten Bruches, und zwar in derselben günstigen Weise wie die früheren, darzustellen. Dazu bieten sie den Vortheil, dass ihre Grösse durchweg zwischen $^1/_2$ und 1 liegt, dass sie also auch die Anforderungen an ihre Herstellbarkeit erfüllen. Ebenso und vielleicht mit noch grösserem Vortheil kann man die Brüche um ein oder mehrere ganze Milligramme vermehren, was die Gewichte widerstandsfähiger macht.

Es könnte als ein Nachtheil erscheinen, dass die vorstehende Abstufung nicht nach decimalen Untereinheiten $^1/_{10}$, $^1/_{20}$, u. dergl. fortschreitet. Indess lassen sich so kleine Gewichte erfahrungsmässig doch nicht ganz genau nach diesen Einheiten justiren; schon das Zehntelmilligrammstück beträgt manchmal näher $^1/_9$ oder $^1/_{11}$ als $^1/_{10}$ mg. Man muss deshalb doch immer den wirklichen Werth auf 0,001 oder gar 0,0001 mg genau bestimmen und mit den erhaltenen regellosen drei- bis vierstelligen Zahlen arbeiten, gleichviel ob der Nominalwerth ein an sich bequemer ist oder nicht. Es kann sogar im Gegentheil ein an sich unbequemer Nominalwerth vortheilhafter sein, nämlich wenn er die Stückzahl der Gewichte zu verringern erlaubt, weil damit auch die Anzahl der nöthigen Additionen oder Subtractionen der ihnen entsprechenden langen Bruchziffern eingeschränkt wird.

In dieser Beziehung liegen nun die Vortheile unserer Reihe auf der Hand. Begnügt man sich mit halben Milligrammen, so besteht überhaupt kein Unterschied; wählt man Viertelmilligramme, so kann man das Bruchstück $^1/_4$ nach Belieben beibehalten oder auf Zehntel abrunden; im letzteren Falle erfolgt dann nur die Ausgleichung nicht bis auf $^1/_4$, sondern je nach Umständen bis auf 0,2 oder 0,3, was gleichgiltig ist. Mit ähnlicher Wirkung könnte noch das Achtel auf das Zehntel abgerundet werden. Wollte man statt dessen eine wirkliche Zehntel- oder Zwanzigstel-Abstufung herstellen, so würde man dies nur mit Hilfe der Sechzehntel- oder Zweiunddreissigstel-Glieder unter Aenderung der Nenner in 10 bezw. 20 thun können, da schon eine einzige Combination mehr den Uebergang in die nächst kleinere Stufe erfordert. Dies hiesse einen recht fragwürdigen Vortheil mit Vermehrung der Stücke erkaufen, ist also ebensowenig wie die vorerwähnten Abrundungen gut zu heissen.

Die Darstellung noch kleinerer Gewichtsgrössen als $\frac{1}{16}$ mg bliebe zur Zeit wegen der unvermeidlichen Ungenauigkeit der Justirung ziemlich illusorisch und wird daher besser unterlassen.

Zum Gebrauche wird jedes Gehänge der Wage mit einem Rechen versehen, über dessen einzelnen Zinken die Gewichte an senkrecht verschiebbaren Stäben derart angehängt sind, dass sie bei der Senkung des Stabes frei an der Zinke hängen bleiben, bei der Hebung dagegen wieder mit nach oben genommen werden. Am Einfachsten und zugleich Zweckmässigsten ist es, die Stäbe mit Reibung direct durch die Kastendecke gehen zu lassen, über welcher sie Knöpfe zum Auf- und Niederziehen tragen; die Mitwirkung der Hand geschieht dann an unschädlichster Stelle.

Schwierig ist die äussere Unterscheidung solcher Anhängegewichte, da blosse Verschiedenheiten der Gestalt bei so dünnem Draht vergänglich sind. Theilweise Vergoldung, welche aber die Justirung erschwert, bei den grösseren auch Abplattung eines oder beider Enden müssen im Wesentlichen genügen. Beim Gebrauche bedient man sich zweckmässig einer Tafel, in welche die Combinationen zur Darstellung der einzelnen Gewichtsgrössen eingetragen sind, z. B. für die Reihe

. . . . **16, 4, 1**	**2, 8, 32** . . . .
20	24
17	18

worin die Vollmilligramme fett gedruckt, von den Bruchmilligrammen nur die Zähler angegeben sind, folgende Combinationen der Sechzehntel auf der rechten Seite:

Sechzehntel	Combination:							
	4	**1**	20	17	18	24	**2**	**8**
1			−17		18			
2		**−1**			18			
3		**−1**	−20	−17		24	**2**	
4			−20			24		
5			−20	−17	18	24		
6		**−1**	−20		18	24		
7				−17		24		
8		**−1**				24		
9		**−1**		−17	18	24		
10	**−4**				18	24	**2**	
11	**−4**	**−1**	−20	−17				**8**
12			−20				**2**	
13			−20	−17	18		**2**	
14		**−1**	−20		18		**2**	
15				−17			**2**	
16		**−1**					**2**	

Da die Combinationen der Bruchgewichte für alle positiven und negativen unächten Brüche dieselben sind, ist diese Tafel nur um die Combinationen für die ganzen Milligramme zu vervollständigen. Fünf Glieder auf jeder Seite werden meist genügen; zu den feinsten Wägungen wird man etwa wählen für Wagen bis zu

1 g Belastung die Glieder	$\frac{17}{16}$	bis	32 mg
10 „ „ „	$\frac{9}{8}$	„	64 „
100 „ „ „	$\frac{5}{4}$	„	128 „
1000 „ „ „	$\frac{3}{2}$	„	256 „
10 000 „ „ „	1	„	512 „

Der Gedanke, durch Anwendung von Anhängegewichten der vorstehenden Art das Oeffnen des Kastens zu vermeiden und die Gewichte dabei so abzustufen, dass alle Zulagen, zu deren Verkörperung Drahtgewichte zu gross sind, durch ihre Differenzen gebildet werden können, rührt von Arzberger[1]) her. Zur Zeit der betreffenden Veröffentlichung war Aluminium noch nicht in Gebrauch; sein

[1]) Dingler's Journal. Bd. 219.

kleinstes Gewicht betrug daher 10 mg, wie es aus Platin noch gut herstellbar ist. Das grösste Gewicht war 20 mg, und zwischen diesen beiden waren zur Darstellung aller ganzen Milligramme bis zu 35 Gewichte zu 11, 13 und 16 mg eingeschaltet. Die nämlichen fünf Stücke befanden sich auf der anderen Wagenseite. Wenn diese erste Auswahl von 10 Stücken noch nicht sehr ökonomisch erscheint — wir würden von 1 anfangend mit den 10 Stücken 1 bis 512 mg Gewichtsunterschiede bis zu 1023 mg ausgleichen können — so hatte dazu die Rücksicht bestimmt, dass keine Combination mehr als 3 Stücke erfordern sollte.

Die Anwendung solcher Anhängegewichte ist ganz besonders zu Wägungen auf kleineren Wagen zu empfehlen. In dem wichtigen, z. B. an metrologischen Instituten vorkommenden Falle, dass auch Normalgewichte unter 1 mg gehalten werden müssen, bedarf es für diese nur gleicher Form und Abstufung, damit sowohl ihre Bestimmung als auch die Ableitung der Gebrauchsgewichte aus ihnen ganz ohne Oeffnen des Kastens, ebenso rasch als genau, erfolgen kann, was um so werthvoller ist, als bei den dazu dienenden kleinsten Wagen mechanische Einrichtungen zur Vertauschung der Wägungsobjecte nicht mehr anwendbar sind. Ferner erfordern so abgestufte Gewichte weniger Bedingungsgleichungen bei der Prüfung und bleiben weit haltbarer und beständiger als die Zehntel- und Hundertel-Milligramme in Blattform, von denen man nie sicher ist, ob sie sich in Folge Anfassens mit der Pincette oder Oxydation nicht verändert haben. Man spart also die bei der Blattform so häufige und störende Erneuerung bezw. Neubestimmung der Gewichte; die erste Bestimmung ist genauer bei grösster Kürze und man besitzt nach derselben Gewichte, auf welche man sich längere Zeit verlassen kann.

Kleinste Gewichte in Blattform sollten niemals, wie es geschieht, in Kästen mit Sammet- oder Lederfutter aufbewahrt werden, in welchen sie leicht verstauben und hängen bleiben, sondern in Platten aus hartem Holz mit flachen, sauber ausgedrehten Vertiefungen zur Aufnahme je eines Stückes, mit einer Glasplatte als Deckel. Eine gute Form kleinster Blattgewichte ist das Rechteck 2 : 1, wenn von demselben etwa ein Drittel an der schmalen Seite zum Anfassen senkrecht aufgebogen wird. Bezeichnungen sind am Deutlichsten, wenn sie nicht eingeschlagen, sondern erhaben ausgeprägt werden.

Bei Vacuumwagen ist die Anwendung von Anhängegewichten oder mindestens mechanisch auflegbaren Gewichten in Stabform unvermeidlich, doch würde eine Beschreibung der verschiedenen Ausführungen des dazu nöthigen Mechanismus zu weit führen.[1]) Den Vorzug unter den letzteren verdienen diejenigen, welche die wenigsten Durchbohrungen des Gehäuses erfordern, die grösste Sicherheit gegen das Herabfallen, Beschädigen oder Verwechseln der Gewichte und gegen Fehlbewegungen bieten und am Zuverlässigsten (ohne unnütze Spielräume oder todten Gang) arbeiten. Die schwereren Stücke (von mehr als 9 mg) ordnet man möglichst senkrecht unter der Schneide an, damit sie der Schale beim Auflegen kein merkliches Uebergewicht geben. Bei Vacuumwagen ist es besonders wichtig, mit möglichst wenig Gewichten auszukommen, da es meist an Raum fehlt. Man wählte daher bisher die Abstufung nach Potenzen von 3 mit besonderer Vorliebe; noch besser würde man natürlich mit der oben behandelten Reihe fahren.

(Fortsetzung folgt.)

[1]) S. u. a. die Constructionen von Bunge und von Stückrath in den Berichten über die wissenschaftl. Apparate auf der Londoner Ausstellung i. J. 1876 S. 229 und auf der Berliner Gewerbeausstellung i. J. 1879 S. 190.



Ein Beitrag zur Theorie der Fadendistanzmesser.

Von
F. Lorber, o. ö. Professor a. d. k. k. Bergakademie in Leoben.

Aus der Theorie des Reichenbach'schen Distanzmessers ist bekannt, dass die horizontale Projection der in der Richtung der Mittelvisur gelegenen Entfernung zwischen dem vorderen Brennpunkte (anallaktischen Punkte) und der vertical gestellten Latte aus der Gleichung

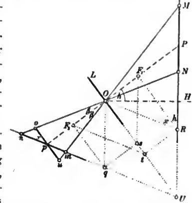
1) . . . . $D = C\,L \cos^2 h$

gefunden wird, wo C die Constante des Distanzmessers, L den zwischen den beiden äusseren Fäden abgelesenen Lattenabschnitt und h den Höhen- oder Tiefenwinkel der Visur über dem Mittelfaden bedeutet.

Die Gleichung 1) ist unter der Voraussetzung zu Stande gekommen, dass das Bild des Lattenabschnittes L genau zwischen den Distanzmesserfäden eingeschlossen ist; diese Voraussetzung kann aber, weil die Fadenebene senkrecht zur optischen Axe des Objectives steht, bei verticaler Latte nur in dem besonderen Falle erfüllt werden, wenn die Mittelvisur horizontal ist.

Ist diese aber gegen den Horizont geneigt, so kann erstens das Bild der verticalen Latte nicht in die Ebene der Fäden fallen, und zweitens kann die Bildgrösse des über die beiden äusseren Fäden gesehenen Lattenabschnittes nicht dem Abstande dieser Fäden gleich sein; es werden also im Allgemeinen Abweichungen von den in der Theorie gemachten Annahmen auftreten, über welche bei der Ableitung der Gleichung zumeist rasch hinweggegangen wird.

Wenn dies auch im Hinblicke auf den Umstand, dass die erwähnten Abweichungen unter normalen Verhältnissen keinen fühlbaren Einfluss auf die Messungsresultate ausüben, vollkommen gerechtfertigt erscheint, so dürften doch die Grössen der Abweichungen und die sich hieraus etwa ergebenden Schlussfolgerungen von Interesse sein.



In der beistehenden schematischen Figur sei L das Objectiv, F_1 und F_2 dessen Brennpunkte, o, p und u die drei Horizontalfäden, welche der Einfachheit halber in gleichen Abständen von einander: $po = pu = b/2$ angenommen werden sollen.

Wird unter Voraussetzung der Verwendung eines Oculares nach dem Principe von Ramsden zunächst auf Grund der Gleichung für die Sammellinse der Gegenstandspunkt P, welcher dem Bildpunkte p entspricht, construirt, so ergiebt sich dann sehr einfach das Bild mpn des verticalen Lattenabschnittes MPN. Dieses Bild schliesst mit on einen Winkel x ein, der, an und für sich zwar von geringerem Interesse, doch von Wichtigkeit für die Ermittlung der Grösse mn und der Entfernung der Bildpunkte m und n von den Fäden u und o ist.

Aus dem Dreiecke pmO folgt:

2) . . . $mO : pO = \sin Opm : \sin pmO = \cos x : \cos(\beta - x)$,

da $\angle\, Opm = 90° - x$ und $\angle\, pmO = 90° - (\beta - x)$ ist.

Nach der Gleichung für die Sammellinse ist:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{f},$$

wo a die Gegenstandsweite, α die Bildweite und f die Brennweite der Linse, bezw. der Linsencombination bedeutet.

Setzt man also $pO = \alpha$ und $F_1 P = d$, so ist $OP = d + f$ und daher:

$$pO = \alpha = \frac{f(f+d)}{d}$$

und weiter wird, wenn $OM = d_1$ und $mO = \alpha_1$ gesetzt wird, aus:

$$\frac{1}{d_1 \cos\beta} + \frac{1}{\alpha_1 \cos\beta} = \frac{1}{f},$$

$$mO = \alpha_1 = \frac{f d_1}{d_1 \cos\beta - f}.$$

Führt man die Werthe von pO und mO in 2) ein, so erhält man:

$$\frac{f d_1}{d_1 \cos\beta - f} : \frac{f(f+d)}{d} = \cos x : \cos(\beta - x),$$

und

$$\frac{f(f+d)}{d} = \left(\frac{f d_1}{d_1 \cos\beta - f}\right)(\cos\beta + \sin\beta \operatorname{tg} x),$$

woraus man nach entsprechenden Vereinfachungen findet:

3) . . . . $$\operatorname{tg} x = \frac{f d_1 \cos\beta - f(d+f)}{d d_1 \sin\beta}.$$

Aus dem Dreiecke OPM ergiebt sich:

$$OM : OP = d_1 : f + d = \cos h : \cos(h + \beta)$$

und

$$d_1 \cos\beta - (f + d) = d_1 \operatorname{tg} h \sin\beta,$$

wo h den Winkel bedeutet, den die Visirlinie über den Mittelfaden OP mit der Horizontalen OH bildet, womit aus Gleichung 3) schliesslich:

4) . . . . $$\operatorname{tg} x = \frac{f}{d} \operatorname{tg} h$$

erhalten wird.

Viel schneller und einfacher gelangt man zu diesem Ausdrucke, wenn man auf die aus der Figur ersichtlichen geometrischen Beziehungen zwischen dem Gegenstande und dem zugehörigen Bilde Rücksicht nimmt. Vor Allem ist zu ersehen, dass der Gegenstandspunkt U auch dem Bilde angehören und dass der unendlich ferne Punkt Q des Gegenstandes sein Bild in q haben muss.

Weiter findet man sofort die Richtung des Bildes, wenn man berücksichtigt, dass der Gegenstandspunkt R, welcher in der Brennpunktsebene F_1 sich befindet, sein Bild in unendlicher Entfernung, und zwar im Hauptstrahle RO hat; es muss also RO parallel zu mn sein und man erhält demnach aus den Dreiecken mRF_1 und F_1RP:

$$f = RF_1 \operatorname{tg} x \text{ und } d = RF_1 \operatorname{tg} h,$$

folglich $\operatorname{tg} x = \frac{f}{d} \operatorname{tg} h$, wie oben abgeleitet wurde.

Wollte man auf die Horizontaldistanz übergehen, so hätte man nur $d = \frac{D}{\cos h}$ einzusetzen, womit

5) . . . $\operatorname{tg} x = \frac{f}{D} \sin h$ oder x (in Minuten) $= 3438 \frac{f}{D} \sin h$

erhalten wird.

Die Bildgrösse und die Entfernungen der Bildpunkte von den Fäden (no und mu) findet man aus den Dreiecken npo und ump und zwar auf folgende Weise:

$$po : pn = \sin onp : \sin pon$$
$$pu : pm = \sin ump : \sin pum$$
$$\angle onp = 90° - (\beta + x);\ \angle pon = 90° + \beta;\ \angle ump = 90° - (x - \beta);\ \angle pum = 90° - \beta;$$
$$pu = po = \frac{b}{2};\ pn = B_2;\ pm = B_1;$$
$$B_2 = \frac{b}{2}\frac{\cos\beta}{\cos(\beta + x)};\qquad B_1 = \frac{b}{2}\frac{\cos\beta}{\cos(x - \beta)};$$
$$B_1 + B_2 = B = \frac{b}{2}\cos\beta\left[\frac{1}{\cos(x+\beta)} + \frac{1}{\cos(x-\beta)}\right]$$
$$= b\frac{1}{\cos x - \sin x \operatorname{tg} x \operatorname{tg}^2\beta}$$

oder hinreichend genau:

$$6)\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ B = \frac{b}{\cos x} = b\left(1 + \frac{x^2}{2}\right).$$

Zur Ermittlung der Abstände no und mu hat man:

$$po : no = \cos(\beta + x) : \sin x$$
$$pu : mu = \cos(x - \beta) : \sin x$$
$$no = \frac{b}{2}\frac{\sin x}{\cos(x+\beta)};\qquad mu = \frac{b}{2}\frac{\sin x}{\cos(x-\beta)}$$

und ferner:

$$no = \frac{b \operatorname{tg} x}{2\cos\beta(1 - \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg} x)} = \frac{b \operatorname{tg} x}{2\cos\beta}(1 + \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg} x)$$

und

$$mu = \frac{b \operatorname{tg} x}{2\cos\beta(1 + \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg} x)} = \frac{b \operatorname{tg} x}{2\cos\beta}(2 - \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg} x),$$

wofür man genau genug:

$$7)\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ no = mu = e = \frac{b}{2}\operatorname{tg} x = \frac{bx}{2}$$

setzen kann.

Aus den Gleichungen 4), 5), 6) und 7) ist nun zu entnehmen, dass bei denselben Werthen von f und b der Winkel x um so grösser wird, je grösser der Winkel h und je kleiner die Distanz ist, dass ferner das Bild mn stets grösser ist als der Abstand der beiden Fäden und zwar um so grösser, je grösser der Winkel x ist, und dass endlich die Entfernungen der beiden Bildpunkte von den Fäden gleichfalls um so grösser werden, je grösser x ist, sowie dass sie, streng genommen, nicht einander gleich sind, sondern dass für Höhenvisuren no grösser ist als mu, während für Tiefenvisuren das Gegentheil eintritt.

Um die praktische Bedeutung der Grössen selbst würdigen zu können, muss man Zahlenwerthe aufstellen; so erhält man für $f = 300$ mm, $b = 3$ mm, also $C = 100$ und für $h = 45°$ nachstehende Werthe:

$D = 10$ m : $\operatorname{tg} x = 0{,}0212$; $x = 73'$; $B - b = 0{,}000674$ mm; $e = 0{,}032$ mm
$D = 100$ m : $\operatorname{tg} x = 0{,}0021$; $x = 7{,}3'$; $B - b = 0{,}000007$ mm; $e = 0{,}003$ mm.

Hieraus ist zu ersehen, dass die Bildgrösse unter allen Umständen mit der Entfernung der beiden Fäden übereinstimmend betrachtet werden kann und dass also dadurch, dass man die Bildgrösse beständig gleich b annimmt, ein ungünstiger Einfluss auf die Messresultate nicht ausgeübt wird. Hingegen ist aber die für eine richtige Visur nothwendige Einstellung des Fadenkreuzes in die Bildebene unmöglich; wenn der Mittelfaden in die Bildebene gebracht wird, so stehen noch immer die beiden äusseren Fäden und zwar zu verschiedenen Seiten um nahe gleich-

viel von der Bildebene ab und daher ist, streng genommen, eine vollständig genaue Pointirung ausgeschlossen. Inwieweit sich dies jedoch in der Praxis fühlbar machen wird, kann man beurtheilen, wenn man die Genauigkeit berücksichtigt, mit welcher man überhaupt das Fadenkreuz in die Bildebene einzustellen vermag. Nach den Untersuchungen von Tinter[1]) ist der mittlere Fehler einer Einstellung $\mu = 0{,}93/v$ mm, wo v die Vergrösserung des Fernrohres bedeutet.

Nimmt man für die gewöhnlichen Verhältnisse bei den Distanzmessern v mit ungefähr 24 an, so wird $\mu = 0{,}04$ mm und mit Bezug hierauf ist wohl leicht zu ersehen, dass die Abweichung der Bildpunkte von den Fäden bei den in Rede stehenden Verhältnissen höchstens bei sehr kleinen Distanzen und bei sehr grossen Neigungen störend und daher auf die Genauigkeit der Ablesung Einfluss nehmend wirken könnte und dass nur für den Fall, wo die Entfernung b der beiden Fäden grösser als oben angenommen würde, diese Störung nicht auf die Extreme allein beschränkt bliebe; ein grösserer Fadenabstand, welcher bei der gleichen Brennweite eine kleinere Constante und bei der gleichen Constanten eine grössere Brennweite bedingen würde, ist aber schon aus anderen Gründen ausgeschlossen.

Wenn nun von den behandelten Abweichungen in theoretischer und im Allgemeinen auch in praktischer Beziehung ein Einfluss nicht ausgeübt wird, so kann man die Theorie des Distanzmessers noch auf einem andern, von dem gewöhnlich eingeschlagenen abweichenden Wege ableiten, indem man unmittelbar die Beziehungen zwischen dem Lattenabschnitte MN und dem zugehörigen Bilde mn betrachtet.

Aus den Dreiecken MOP und mOp findet man:

$$PM : PO = \sin\beta : \sin(h + \beta)$$
$$pm : pO = \sin\beta : \cos(\beta - x),$$

woraus

$$8) \quad PO = d + f = L_1 \cos h \operatorname{cotg}\beta - L_1 \sin h$$

und

$$9) \quad pO = \omega = B_1 \cos x \operatorname{cotg}\beta + B_1 \sin x$$

sich ergiebt, wenn $PM = L_1$ gesetzt wird.

Setzt man in 9) den aus der Linsengleichung folgenden Werth von $w = \frac{f(d+f)}{d}$ ein und bestimmt dann $\operatorname{cotg}\beta$, so erhält man:

$$\operatorname{cotg}\beta = \frac{f(f+d)}{d\, B_1 \cos x} - \operatorname{tg} x$$

und durch Einsetzung desselben in Gleichung 8):

$$(d+f) + L_1 \sin h + L_1 \cos h \operatorname{tg} x = \frac{L_1 f(f+d)\cos h}{d\, B_1 \cos x}.$$

Erwägt man, dass nach 4) $\operatorname{tg} x = \frac{f}{d} \operatorname{tg} h$ ist, so wird weiter:

$$(d+f) + L_1 \sin h + L_1 \frac{f}{d} \sin h = \frac{L_1 f(f+d)\cos h}{d\, B_1 \cos x}$$

oder schliesslich:

$$10) \quad d = \frac{L_1 f}{B_1 \cos x} \cos h - L_1 \sin h.$$

Aehnlich erhält man aus den Dreiecken PON und pOn:

[1]) Sitzungsberichte der k. Akad. der Wissensch. 1881.



$$11) \quad \ldots\ldots\ldots \quad d = \frac{L_2 f}{B_2 \cos x} \cos h + L_2 \sin h$$

und wenn berücksichtigt wird, dass $B_1 - B_2 = \frac{b}{2 \cos x}$ gesetzt werden darf, wird:

$$d = \frac{2f}{b} L_1 \cos h - L_1 \sin h = 2\, C L_1 \cos h - L_1 \sin h$$

und

$$d - \frac{2f}{b} L_2 \cos h + L_2 \sin h = 2\, C L_2 \cos h + L_2 \sin h,$$

woraus

$$12) \quad \ldots\ldots\ldots \quad d = C L \cos h - \left(\frac{L_1 - L_2}{2}\right) \sin h$$

erhalten wird[1]).

Da nun $L_1 - L_2 - \frac{L}{2C} \operatorname{tg} h$ und $\frac{L_1 - L_2}{2} \sin h - \frac{L}{4C} \sin h \operatorname{tg} h$ ist und selbst für ungünstige Fälle ($L - 2\,m$, $C = 100$, $h = 45°$) der letztere Ausdruck erst die Grösse von 3,5 mm erreicht, so kann man unbedenklich für die Distanz d bloss das erste Glied allein in Rechnung ziehen und demnach schliesslich

$$d = C L \cos h$$

setzen.

Es braucht wohl nicht besonders bemerkt zu werden, dass die vorstehenden Betrachtungen auch auf den Distanzmesser nach Porro, auf den Universaldistanzmesser und den logarithmischen Distanzmesser von Starke ausgedehnt werden können.

Ueber die mechanische Auflösung der Pothenot'schen Aufgabe und den doppelten Spiegelgoniographen von C. Pott.

Von

Prof. E. Gelcich in Lussinpiccolo.

Die unter obigem Namen bekannte mathematische Aufgabe, die Lage eines Punktes d zu bestimmen aus den zwei, bezw. drei Winkeln, welche die von d nach drei gegebenen Punkten a, b, c gezogenen Strahlen da, db, dc miteinander bilden, hat sowohl für nautische als auch geometrische Zwecke eine nicht unwichtige praktische Bedeutung. Denkt man sich nämlich auf dem Felde die drei durch weithin sichtbare Signale markirten Punkte A, B, C und beispielsweise auf der Zeichenplatte eines Messtisches ein dem Dreiecke ABC ähnliches, abc, in beliebiger Lage gegeben, so kann man einerseits nach Messung der Winkel ADB, ADC oder BDC an einem beliebigen vierten Stationspunkte D unmittelbar mit Hilfe der obigen Aufgabe den dem Punkte D im Felde auf der Messtischplatte entsprechenden d construiren, d. h. also die ganze Feldaufnahme ausführen, ohne dazu einer Orientirung des Messtisches überhaupt zu bedürfen, andererseits aber auch unter Umkehrung der Aufgabe nach vorheriger Annahme bezw. Bestimmung von d das Dreieck abc nach dem im Felde liegenden ABC orientiren.

Die Lösung der Pothenot'schen Aufgabe auf geometrischem Wege ist an sich einfach, aber namentlich in der umgekehrten Form zeitraubend und ungenau; es hat daher nicht an Versuchen gefehlt, dieselbe direct durch mechanische Vorrichtungen schnell und sicher zu bewerkstelligen. Ueber das historische Moment dieses

---

[1]) Wird die Elimination von B_1 und B_2 aus 10) und 11) in Verbindung mit $B_1 + B_2 = \frac{b}{\cos x}$ vorgenommen, so ergiebt sich: $d = \frac{f}{b} L \cos h - \left[(L_1 - L_2) \sin h - \frac{L_1 L_2}{d} \sin^2 h\right]$.

8

Problems gab bereits Weyer in den Annalen der Hydrographie einige Nachrichten[1]), welchen wir folgende kurze Angaben entnehmen:

„Mechanische Constructionen für die Pothenot'sche Aufgabe finden sich schon (ausser der ungefähren, unter gewissen Umständen genügenden Orientirung des Messtisches durch die Magnetnadel) nach Vorschlägen von Lambert (1765) und Brander (1772). Der Brander'sche Stangenzirkel für diesen Zweck bestand aus zwei mit verschiebbaren Stiften versehenen Linealen, die um ihren gemeinsamen Endpunkt drehbar waren, um damit ein Dreieck, ähnlich dem auf dem Felde gegebenen, einzustellen. Darauf wurde dies so eingestellte Dreieck auf den Schenkeln der vom angenommenen Standpunkte aus construirten Winkel bis zur Uebereinstimmung verschoben, und somit hatte man nun alle vier Punkte zugleich auf dem Messtische, also in der Voraussetzung, dass noch kein Punkt daselbst vorhanden war. In gleicher Weise konnte man auch einen Handzirkel mit drei Spitzen dazu verwenden, wenn diese Spitzen dem gegebenen Dreiecke ähnlich eingestellt wurden. Endlich diente nach Müller's Vorschlag jedes, dem gegebenen Dreiecke ähnliche, etwa aus Papier geschnittene Dreieck zu demselben Zwecke, und durch die Wahl der Dimensionen des ausgeschnittenen Dreiecks hatte man den Maassstab der Karte festgesetzt. Im Fall aber die drei gegebenen Punkte schon auf dem Messtische vorlagen, konnte das sehr einfache Verfahren angewandt werden, welches Müller vorschlug, nämlich die beiden Winkel am Stationspunkte auf durchsichtigem Papier zu construiren, und dasselbe dann über dem gegebenen Dreiecke zu verschieben, bis die Schenkel der Winkel durch die drei gegebenen Punkte gehen. Dasselbe Verfahren wurde später oft wiederholt und auch in der neuesten Zeit empfohlen. Ausserdem bedient man sich des schon von M. A. Pictet beschriebenen Instrumentes (*Bibl. britann., Vol. 32, Genève 1806 S. 110: Sur un appareil géodésique*), welches aus einem Halbkreise besteht, mit dem ein festes und zwei um seinen Mittelpunkt bewegliche Lineale verbunden sind (*V. Swinden Geom., Jena 1834, S. 321* und *Poggendorf, Biogr. Handwörterbuch, II., S. 445*). Aehnlich ist das von Benzenberg beschriebene Verfahren (*Handbuch der angewandten Geometrie, Düsseldorf 1813*), einen Stangenzirkel mit drei Stäben zu gebrauchen, welche um ihren gemeinschaftlichen Endpunkt drehbar sind, wobei, nach erfolgter Uebereinstimmung der Winkelstellung mit den Richtungen durch die drei gegebenen Punkte, ein Stich mit der Nadel durch den Drehpunkt den gesuchten Ort in der Karte liefert. Man hat dies Instrument als Doppeltransporteur, Station Pointer, Rapporteur à alidades doubles u. s. w. benannt. Bauernfeind's Einschneidezirkel ist ein neuer Apparat (München 1877) zu diesem Zweck.“

Die Erfindung des letzteren[2]) beruht auf der Umkehrung des geometrischen Satzes, dass in einem Kreise alle auf dem nämlichen Bogen stehenden Peripheriewinkel einander gleich sind. Es wird demnach auch der Scheitel eines festen Winkels, dessen Schenkel an den Endpunkten einer Sehne hingleiten, einen Kreis beschreiben, und da, wenn drei Punkte gegeben sind, immer einer als Scheitel dieses Winkels angesehen werden kann, während die Verbindung der beiden anderen als Sehne erscheint, so folgt von selbst, dass die Lösung der Aufgabe: durch drei

[1]) Construction zu einer Küstenaufnahme im Vorbeifahren, unabhängig von der Strömung und Fahrtmessung; nebst Beiträgen zur Geschichte der geometrischen Auflösungen der sogenannten Pothenot'schen Aufgabe. Von Prof. Dr. G. D. E. Weyer in Kiel. Annalen der Hydr. Berlin 1882. Heft IX.

[2]) Abhandl. der II. Cl. der K. Akad. der Wissenschaften zu München. XI. Bd. 1. Abthg.

gegebene Punkte einen Kreis zu legen, leicht daranf zurückgeführt werden kann: über einer gegebenen Sehne einen Kreisbogen zu beschreiben, welcher einen bestimmten Peripheriewinkel fasst. Dieser Idee entsprechend, besteht der in Rede stehende Apparat aus einem Zirkel, der in horizontaler Lage gebraucht wird, und dessen Schenkel sich auf jeden Winkel einstellen lassen. Die beiden Schenkel sind mikrometrisch einstellbar und können nach Auslösung der durch Eingriff in einen Zahnbogen die Feinstellung bewirkenden unendlichen Schraube durch grobe Drehung in alle möglichen Lagen von 0° bis 250° Oeffnung gebracht werden. Jeder Schenkel ist ferner mit einem Diopter zum Einvisiren der Signale auf dem Felde versehen. Das Ocular ist für beide Visuren gemeinsam und befindet sich im Drehungspunkt des Zirkels. Die Visirebenen der beiden Schenkel schneiden sich in der Axe des unten in eine feine Spitze p ausgehenden Zirkelzapfens und jede läuft in dem Abstande einer halben Nadeldicke der anliegenden inneren Kante der Schenkel parallel.

Zum Einschneidezirkel gehören noch zwei Anschlagnadeln, welche in den Endpunkten der Sehne, worüber der Kreis mit gegebenen Peripheriewinkel zu beschreiben ist, eingesteckt werden, damit an ihnen die Zirkelschenkel hingleiten und sich drehen können.

Die mechanische Lösung der Aufgabe mit diesem Apparate geschieht nun wie folgt. Der Messtisch, welcher das dem im Felde liegenden Dreieck ABC ähnliche Bilddreieck abc enthält, wird über dem Punkte D des Feldes horizontal aufgestellt und dieser Punkt mit der Lothgabel auf den Messtisch nach d' übertragen. Auf d' stellt man die Zirkelspitze p, und stellt mit der Mikrometerschraube die Diopter genau auf A und B ein. Damit ist der erste Winkel ADB gemessen. Befestigt man in a und b die Anschlagnadeln, so kann man mit dem Zirkel, indem man die Schenkel sanft an a und b andrückt, einen Kreis beschreiben, auf dem die richtige Projection von D liegen muss. Misst man hierauf in gleicher Weise den Winkel BCD und beschreibt über bc den Kreis, so giebt der Schnitt der beiden Kreise den gesuchten Punkt d und damit das Viereck $abcd$, welches dem Viereck $ABCD$ ähnlich ist.

Will man auch den Messtisch in Bezug auf D centriren und nach ABC orientiren, so braucht man nur den eben gefundenen Punkt d in das Loth von D und irgend eine der Richtungen da, db, dc in die entsprechende Verticalebene DA, DB, DC zu bringen.

Wäre der Punkt D auf dem Felde nur näherungsweise gegeben und seine endgiltige Festsetzung dem Geometer überlassen, so würde dieser nach der Bestimmung von d die Kippregel an da anlegen, den Messtisch drehen, bis da mit DA zusammenfällt, und schliesslich den Punkt d auf das Feld hinablothen.

Vor etwa zehn Jahren hat Constantin Pott, damaliger Linienschiffsfähnrich in der österreichischen Kriegsmarine, der bei Küstenaufnahmen vielfach thätig war, seinen doppelten Spiegelgoniographen erfunden[1]). Dieses Instrument ist ein Reflexionsinstrument, welches die Messung zweier Winkel auf einmal gestattet, es bildet dasselbe also eine Art Doppelsextanten. Vom geschichtlichen Staudpunkt muss hier bemerkt werden, dass Doppelsextanten bei der Londoner internationalen Ausstellung vom Jahre 1876 zu sehen waren, worüber wir in Jordan's „Grundzüge der astronomischen Orts- und Zeitbestimmung" folgendes erfuhren. Diese Instrumente bestanden aus zwei gewissermaassen übereinander gelagerten Sextanten mit einem gemeinsamen Fernrohr. Diesen gegenüber standen zwei feste Spiegel mit einem

[1]) Mitth. aus dem Geb. des Seewesens. 1877. S. 195.

Zwischenraum für directe Strahlen. Den beiden übereinander liegenden kleinen Spiegeln entsprachen zwei getrennte bewegliche Spiegel mit zugehörigen Alhidaden und Theilkreisen. Man kann mit dieser Einrichtung zwei Winkel auf einmal messen, es ist aber in der Beschreibung nicht angegeben, ob das Instrument auch zur mechanischen Lösung der Pothenot'schen Aufgabe dienen konnte. Ausserdem sagt Jordan, dass bei der Winkelmessung die gleichzeitige Bewegung der beiden Alhidaden, um alle drei Bilder im Fernrohr zur Deckung zu bringen, etwas schwierig ausfiel. Beim Spiegelgoniographen von Pott erfolgt die Winkelmessung in einfachster Weise und der Apparat ist eben für die Lösung der Pothenot'schen Aufgabe bestimmt.

Die Figur 1 stellt das Instrument von Pott in perspectivischer Ansicht dar. Dasselbe besteht aus einem Mittellineal *A* und den in dem Zirkelcharnier *d* drehbaren Linealen *B*, *B'*. Der Drehungsmittelpunkt bildet den gemeinsamen Schnittpunkt der geraden Kante des Mittellineales *A* und der inneren abgeschrägten Kanten von *B* und *B'*, und ist durchbohrt, so dass man durch dieses Loch mit einer dem Instrument beigegebenen Piquirnadel den gemeinsamen Schnittpunkt der drei Linealkanten auf der Unterlage markiren kann.

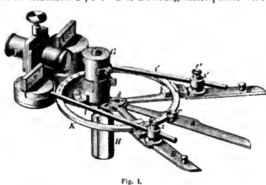


Fig. 1.

Das Mittellineal ist mit dem getheilten Kreise *K* fest verbunden; der Mittelpunkt des Kreises fällt mit *d* zusammen. Die Lineale *B* und *B'* sind jedes mit einer Führungsleiste und einem Nonius versehen. Rückwärts vom Charnier ist das Mittellineal zu einen Fernrohrträger gestaltet, worauf ein Fern- oder Diopterrohr *F* eingeschraubt werden kann.

Auf der oberen Fläche der beweglichen Lineale, in deren Mittellinie, ist je ein Zapfen *z* und *z'* angebracht, der um seine verticale Axe drehbar und mit einer Durchbohrung, zur Aufnahme der cylindrischen Führungsstangen *t* und *t'*, versehen ist. Die Führungsstangen *t*, *t'* sind an den Trägern der grossen (beweglichen) Spiegel *S* und *S'* befestigt, die sich zu beiden Seiten des Fernrohres befinden. Einer dieser Spiegel ist um die eigene Höhe höher über der Instrumentenebene als der andere angeordnet. Wie man leicht einsieht, ist die Drehung der grossen Spiegel durch die Bewegung der Führungsstangen *tt'* und daher durch die Drehung der Lineale *BB'* bedingt. Die Axen *zz'* stehen von *d* ebensoweit ab als die Drehaxen der grossen Spiegel *SS'*.

In dem Gehäuse *G* sind zwei kleine Spiegel übereinander fest und derart angebracht, dass der eine derselben, das Spiegelbild von *S*, der andere jenes von *S'* auffängt und parallel zur Instrumenten-Mittellinie, gegen das Fernrohr reflectirt. Zu diesem Zwecke ist das Gehäuse *G* auf der Fernrohrseite entsprechend ausgeschnitten. Zwischen beiden Spiegeln ist ein freier Zwischenraum, welcher die Durchsicht gestattet. Entsprechend dem Zwischenraume zwischen den beiden kleinen Spiegeln ist das Gehäuse auch auf der vorderen Seite mit einem schmäleren Ausschnitt versehen. Die Axe des Fernrohres steht gleich hoch von der Instrumentenebene, wie die Mitte dieses Ausschnittes.

Jeder grosse Spiegel steht zu dem ihm zugehörigen kleinen parallel, sobald die Seitenlineale auf Null eingestellt sind. Um die kleinen Spiegel bezüglich ihres Parallelismus mit den grossen, bei den Nullstellungen der Seitenalhidaden, sowie auch bezüglich ihrer verticalen Lage berichtigen zu können, sind die nöthigen Correctionsschrauben vorhanden. Der Knopf r dient nur zum Erfassen des Instrumentes. Um bei Beobachtungen das Instrument in der Hand halten zu können, ist demselben eine Handhabe H beigegeben, die man an- und abschrauben kann. e und e' sind Klemmschrauben zum Fixiren der Führungsstangen nach erfolgter Einstellung.

Die Beobachtung der horizontalen Winkel geschieht wie beim Sextanten. Man visirt, das Instrument horizontal haltend, durch den Spalt zwischen den kleinen Spiegeln hindurch gegen das mittlere der drei Objecte und bringt, indem man die Lineale B und B' nach einander dreht, die durch S und S' gegen die im Gehäuse G liegenden Spiegel und von diesen in das Fernrohr reflectirten Bilder der rechts und links liegenden Objecte mit dem direct gesehenen in Deckung, worauf die Lineale festgeklemmt werden. Letztere bilden alsdann mit dem Mittellineal die von den Visirlinien eingeschlossenen Winkel, wie aus nachstehender Betrachtung hervorgeht.

Es sei in Fig. 2 s der Durchschnitt des kleinen Spiegels mit der Papierebene, SS derjenige des einen der beiden grossen Spiegel in der Nullstellung, $S'S'$ die Stellung desselben, in welcher ein in der Richtung Rb einfallender Lichtstrahl durch die Reflexion am drehbaren und am festen Spiegel den Weg $RbsA$ nimmt. Der Winkel RAB, den die Visirstrahlen nach den Objecten R und B beim Auge A einschliessen, sei ω, so ist bekanntlich $\omega = 2\gamma$. Ist zb die Führungsstange in der Nullstellung, $z'b$ die Richtung derselben, wenn der Spiegel die Lage $S'S'$ annimmt, so hat man constructionshalber, weil $\angle zbS = \angle z'bS'$ ist, $\angle zbz' = \angle SbS' = \gamma$. Nun ist zdz' der zum Peripheriewinkel $zbz' = \gamma$ zugehörige Centriwinkel, daher $\angle zdz' = 2\gamma = \omega = RAB$. Ist also z der Nullpunkt der Theilung, so giebt die Ablesung bei z' und demnach auch die Ablesung der Nonien (Fig. 1) den von den Visirlinien eingeschlossenen Winkel.

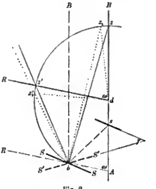


Fig. 2.

Beim Instrumente findet eine kleine Abweichung von der typischen Darstellung der Figur 2 statt; die Axe des Zapfens, durch welche die Führungsstange geführt ist, befindet sich nämlich aus constructiven Rücksichten nicht in der Kante des drehbaren Lineales, sondern neben derselben, also, wenn das Lineal die Nullstellung einnimmt, in z_1 anstatt in z. Dieses ändert jedoch die Theorie nicht. Es wird nämlich die Kante des drehbaren Lineales denselben Winkel wie früher beschreiben, wobei der Punkt z_1 (die Zapfenaxe) nach z_1' gelangt, also den Bogen z_1z_1' beschreibt. Es findet aber dann zwischen den Winkeln z_1dz_1' und z_1bz_1' ebenfalls das Verhältniss $2:1$ statt.

Hat man durch die Beobachtung die zwei Pothenot'schen Winkel eingestellt, so hat man nur mehr das Instrument am Messtisch zu verschieben, bis die betreffenden Linealkanten alle drei auf einmal die beobachteten Objecte tangiren. Man steckt dann durch die Oeffnung d die Piquirnadel und erhält so den Punkt auf dem Messtisch markirt.

Ein anderer Offizier der österreichischen Kriegsmarine, dessen Name mir nicht mehr erinnerlich ist, hat neuerdings die Lösung mit der Pausleinwand in einer besseren Art durchgeführt. Derselbe bedient sich einer kleinen Tafel aus einer eigens präparirten durchsichtigen Masse, worauf Bleistiftstriche aufgetragen und mit Wasser wieder weggelöscht werden können. An einer Stelle dieser Tafel befindet sich eine Oeffnung in welche ein ganz kleiner Stift hineinpasst, der sich auf der unteren Fläche eines Diopterlineals und genau in der verticalen Visirebene dieses letzteren befindet. Beim Winkelmessen wird das Lineal entsprechend aufgepasst, sodann visirt man die drei Objecte an und bezeichnet die Visirlinien durch Bleistriche. Die übrige Verwendung des einfachen Apparates ist einleuchtend genug.

Versuche mit einem Reitz-Deutschbein'schen Aneroid.

Von
Prof. **Hammer** in Stuttgart.

Versuchsmessungen, welche zur Beurtheilung der Genauigkeit des Reitz'schen Aneroides angestellt wurden, sind bis jetzt nur sehr wenige veröffentlicht worden und die Resultate derselben stehen unter einander in starkem Widerspruch.

Eine von Herrn Professor Jordan ausgeführte Interpolationsmessung (vgl. Zeitschr. für Vermessungswesen 1873, S. 372) mit 261 m Höhenunterschied ergab für das benutzte Reitz'sche Instrument im Vergleich mit zwei anderen, gleichzeitig verwendeten Aneroiden (Naudet und Goldschmid) ein ungünstiges Resultat; indessen war jenes Instrument das erste von Deutschbein angefertigte und die erwähnte Messung fand bald nach Fertigstellung des Aneroides statt. Andererseits hat Reitz selbst die von ihm construirten Instrumente bei Aufnahmen um Hamburg zur Bestimmung der Höhenpunkte für 1 m-Curven benutzt, musste also sicher sein, mit seinen Aneroiden eine Genauigkeit erreichen zu können, welche über die anderer Aneroide weit hinausreicht.

Die nachstehenden Genauigkeitsversuche, über welche bereits anderweit (Zeitschrift für Verm. 1887, S. 20) unter Vorlegung des ganzen Zahlenmaterials berichtet wurde, bieten vielleicht als Beitrag zur Würdigung der Reitz-Deutschbein'schen Instrumente einiges Interesse.

Die Messungen sind im August 1886 mit dem Aneroid No. 40 angestellt. Die Wärmecorrection des letzteren beträgt für Zunahme der Instrument-Temperatur um 1° C. + 1,7 der zu schätzenden Zehntel eines Scalentheiles. Die Messungen sind reine Interpolationsmessungen zwischen je zwei nivellirten Höhenpunkten auf kurzen Strecken (bis 600 m) mit Höhenunterschieden bis 80 m, wobei die Höhen der aufgenommenen Zwischenpunkte ebenfalls durch Nivellement bekannt waren. Alle Strecken sind rasch begangen, mit Ausnahme von 9; die Schwankungen der Innentemperatur des gut geschützten Instrumentes blieben daher bei den Messungen 1 bis 6 und 8 unter 1°, bei den Messungen 7, 9 bis 11 betrugen sie 1 bis 2°.

Die Resultate der Messungen sind in nebenstehender Tabelle zusammengestellt:

Als Gesammtresultat ergiebt sich demnach, dass man bei Interpolationen bis zu einer halben Stunde Zwischenzeit und bei Höhenunterschieden bis zu 80 m mit dem oben genannten Aneroid No. 40 die interpolirten Höhen mit einem mittleren Fehler von ± 0,4 m erhalten kann.

Es ist dabei noch zu bemerken, dass die Art der Luftdruckschwankungen während der Zeit der Messungen etwa mittleren Verhältnissen entsprochen haben

mag; bei einigen Versuchen, und zwar gerade denjenigen, die in obiger Zusammenstellung die grössten Fehler aufweisen (No. 3, 8, 11) waren sogar die meteorologischen Umstände ziemlich ungünstig. Wenn man trotzdem den ganzen oben gefundenen Höhenfehler von ± 0,4 m dem Instrument zur Last legt, so zeigt sich, dass man mit dem Aneroid No. 40 kleinere Veränderungen des Luftdruckes mit einem mittleren Fehler von 0,03 bis 0,04 mm zu bestimmen im Stande ist.

No.	Länge der Strecke. m.	Höhen-untersch. m.	Zahl der interpol. Punkte.	Zeit. Minuten.	Mittlerer Fehler eines interpol. Punktes.
1	400	17	3	10	± 0,4
2	400	17	3	11	0,25
3	400	17	3	9	0,6
4	250	31	4	13	0,2
5	500	41	4	13	0,4
6	600	45	5	12	0,45
7	600	45	5	17	0,3
8	400	48	5	16	0,7
9	600	78	5	33	0,35
10	600	78	4	22	0,3
11	600	78	5	19	0,65

Die Versuche ergeben also, dass für kleine Höhenunterschiede das benutzte Deutschbein'sche Instrument anderen Aneroiden bedeutend überlegen ist, dass daher in der That durch die Reitz'sche Construction einer einfachen, (im Gegensatz zu Naudet) mässigen Uebersetzung der Dosendeckel-Bewegung und rein optischer Verschärfung der Ablesung, nicht mechanischer (Goldschmid) oder mechanisch-optischer (Weilenmann, ohne Uebersetzung) ein Fortschritt gemacht ist. Auch die mehrfach beanstandete Spiralfeder der Reitz-Deutschbein'schen Aneroide scheint der vorzüglichen Brauchkarkeit dieser Instrumente für gewisse Zwecke nicht nothwendig Eintrag zu thun.

Stuttgart, 9. Februar 1887.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber neue Fortschritte in dem farbenempfindlichen photographischen Verfahren.

Von Prof. Dr. H. W. Vogel in Berlin.

Es ist mir in letzter Zeit im Verein mit Hrn. Obernetter in München gelungen, farbenempfindliche Platten zu fertigen, welche im Gegensatz zu den bisherigen doppelt so empfindlich sind als gewöhnliche Platten und welche keines gelben Strahlenfilters mehr bedürfen. Dieses gelang uns durch Anwendung eines äusserst kräftig wirkenden optischen Sensibilisators.

Unter „optischen Sensibilisatoren“ verstehe ich Farbstoffe, welche gewisse Stellen des Spectrums kräftig absorbiren und im Stande sind, Chlorsilber und Bromsilber für das absorbirte Licht photographisch empfindlich zu machen.

So absorbirt das Chinolinroth das Gelbgrün zwischen D und E und das Grün zwischen E und b, das Cyanin das Orange zwischen D und C. Platten mit beiden Stoffen gefärbt — wie ich sie vor zwei Jahren unter dem Namen „Azalinplatten“ in die Praxis einführte

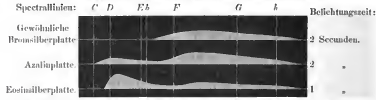
— zeigen sich dementsprechend gelb- und rothempfindlich bis *C*, während gewöhnliche Platten nur bis wenig über *F* hinaus empfindlich sind. Siehe die unten stehende Figur, wo die Wirkung des Sonnenspectrums auf gedachte Platten durch Intensitätscurven dargestellt ist.

Indess ist die Wirkung des Blau, verglichen mit der des Gelb doch noch immer zu stark. Deshalb ist zur Herabminderung des ersteren noch eine gelbe Scheibe als Strahlenfilter nöthig. Nun machte ich bereits vor zwei Jahren darauf aufmerksam, dass die Verbindungen der Fluoresceinderivate (Eosine) mit Silber viel stärker gelb sensibilisiren als die Farbstoffe für sich allein. Diese Beobachtung führte mich auf Präparirung Eosinsilber enthaltender photographischer Gelatineplatten, welche auch ohne Strahlenfilter farbentonrichtige Bilder geben, und zwar nach einem so einfachen Verfahren, dass es mit Zuversicht von jedem Amateur ausgeübt werden kann.

Es genügt, einen Eosinfarbstoff (am Zweckmässigsten erscheint das von Eder zuerst versuchte Jodeosin oder Erythrosin) im Verhältniss 1 zu 2000 bis 4000 in Wasser zu lösen, eine äquivalente Menge Silbernitrat (auf 1 Farbstoff etwa 1 Nitrat, in 10 Wasser gelöst) hinzuzusetzen, den sich bildenden Niederschlag mit $^1/_{100}$ des Flüssigkeitsvolumens an Ammoniak zu lösen und in dieser Lösung gewöhnliche Gelatineplatten des Handels eine Minute zu baden, dann zu trocknen.

Diese Platten stehen zwar, wie aus Spectralphotographien ersichtlich, den Azalinplatten in Rothempfindlichkeit nach, sind ihnen aber in Bezug auf Gelbempfindlichkeit weit überlegen. In der That liegt das Maximum der Empfindlichkeit, ähnlich wie bei unserer Netzhaut, im Gelb. Dieselben geben nun auch ohne gelbes Strahlenfilter Aufnahmen in richtigem oder doch annähernd richtigem Tonwerth. Zur Veranschaulichung geben wir hier statt der im Holzschnitt nicht genügend deutlich wiederzugebenden Spectralphotographien nach diesen construirte Wirkungscurven für ein Ordinatensystem von Fraunhofer'schen Linien nach der Art in des Verfassers „praktischer Spectralanalyse irdischer Stoffe“[1]) ausgeführten Spectralzeichnungen.

Wirkungscurven reiner und gefärbter Bromsilberplatten.



Namentlich bei Aufnahme von blauem, theilweise bewölktem Himmel, grünem Laubwerk und Rasen und der in blauen Duft eingehüllten Ferne in Landschaften (die in gewöhnlichen Platten ganz verschleiert erscheint), tritt die Ueberlegenheit der neuen Platten und zwar ohne Strahlenfilter sehr schön hervor.

Gleich wirkungsvoll hat sich aber die Eosinsilberplatte auch bei mikrophotographischen Aufnahmen farbiger Objecte (z. B. geätzten und farbig angelassenen Eisenproben, die ich Hrn. Geheimrath Wedding verdanke) gezeigt; ebenso bei Aufnahme von Sternbildern. So wurden in einer Nacht mit einer stationären photographischen Doppelcamera zwei Sternbilder des Orion in einer Expositionszeit von einer halben Stunde aufgenommen, einmal mit gewöhnlicher und das andere Mal mit Erythrosin-Silberplatte. Das Resultat war, dass die gewöhnliche Platte nur 53, die andere dagegen 110 Sternbahnen aufzeichnete. Dabei zeigten die Bahnen verschiedener Sterne (z. B. Rigel) in beiden Platten auffallende Intensitätsunterschiede, die nur darauf zurückzuführen sind, dass die betreffenden Sterne reicher an schwach brechbaren Strahlen sind, die in der gewöhnlichen Platte nicht zur Wirkung gelangen. Für die geplante Aufnahme des gestirnten Himmels dürften nach diesen Erfahrungen die neuen Platten jedenfalls von Wichtigkeit werden.

---

[1]) Berlin bei Oppenheim.

Referate.

Ueber Herstellung und Prüfung von Teleskop-Objectiven und Spiegeln.

Von Howard Grubb. *Nature.* 34. *S.* 85.

In dieser Abhandlung giebt der rühmlichst bekannte Verf. den Inhalt einer vor der *Royal Institution* in London gehaltenen Vorlesung wieder. Es dürfte nicht nur die engeren Fachgenossen Grubb's auf dem Gebiete der Optik, sondern auch weitere Kreise der Gelehrten und Mechaniker interessiren, nach welchen Methoden der Erbauer des Wiener 27zölligen (= 0,674 m) Refractors, des Melbourner Spiegels von 1,22 m Oeffnung und anderer Riesen-Instrumente verfahren ist.

Wir wollen darum auf die Mittheilungen desselben etwas näher eingehen, um so mehr, als nicht gar zu oft dem Publicum derartige offene Mittheilungen dargeboten werden, vielmehr in der praktischen Optik wie in keinem anderen Gebiete der Technik der Brauch geübt wird, alle Manipulationen und Methoden mit dem Nimbus des Geheimnissvollen zu umgeben. Es wäre sehr dankenswerth, wenn auch andere hervorragende Optiker sich zu derartigen Mittheilungen entschliessen wollten, aus denen eine nähere Einsicht in ihre Arbeitsmethode zu gewinnen wäre.

Nach einer kurzen Uebersicht über die Geschichte der Glasschmelzkunst, die unsern Lesern nach den Untersuchungen von Dr. Loewenherz (Diese Zeitschr. 1882, S. 275) nichts Neues bietet, geht Grubb auf die Sache selbst ein.

Vor der eigentlichen Bearbeitung des Glases ist dasselbe zunächst auf seine Brauchbarkeit zu prüfen. Das Glas gelangt in die Hände des Optikers in Form von viereckigen Platten oder kreisrunden Scheiben, für Objective bestimmtes Glas meist in letzterer Gestalt. In Anbetracht der grossen Arbeit, die in einem fertig polirten Objectiv enthalten ist, wird man alle Sorgfalt auf die vorherige Prüfung des Glases selbst verwenden, damit jene Mühe nicht vergebens auf ein fehlerhaftes Material verwendet werde. Dazu ist nöthig, dass die Scheiben von der breiten Seite roh anpolirt sind; das Anpoliren von Facetten an den schmalen Seiten der Scheiben lässt, wie der Verf. sehr richtig bemerkt, eine ausgiebige Prüfung nicht zu. Es sind dann drei Arten von Fehlern zu betrachten:

1. Allgemeine Reinheit des Glases, d. h. Freisein desselben von Bläschen, Körnern Flecken u. s. w. Fehler dieser Art werden ohne Weiteres gesehen; sie sind aus diesem Grunde und wegen ihres geringen thatsächlichen Einflusses auf die Bildgüte die wenigst gefährlichen — wie u. A. auch Steinheil (S. diese Zeitschr. 1885, S. 135) hervorgehoben hat. Leider legen selbst Gelehrte gerade auf die Abwesenheit solcher „Schönheits“-Fehler ein besonderes Gewicht. Allerdings treten Bläschen, Steinchen und dergl. beim Anblick zumal eines fertig polirten Objectivs sehr deutlich hervor. In Wahrheit aber ist der durch ein geringes Maass solcher Fehler verursachte wirkliche Schaden des Bildes durch kein Mittel zu erkennen, sowohl bei den grossen Refractoren, als auch bei kleineren Fernrohren, sowie Operngläsern, photographischen Objectiven und anderen optischen Apparaten, nur das Mikroskop macht hiervon eine Ausnahme. Die Antipathie gegen kleine Defecte dieser Art ist daher eine durchaus unberechtigte, erschwert dem Glasfabrikanten sowie dem Optiker oft die rechtzeitige Lieferung bestellter grösserer Instrumente und trägt nicht wenig zur Vertheuerung derselben bei. „Objective sind nicht zum Daraufsehen, sondern zum Durchsehen“, — an diesen Ausspruch Fraunhofer's, eines doch gewiss sachverständigen und competenten Beurtheilers, kann nicht oft genug erinnert werden.

2. Ein weit schwerer zu erkennender und viel schädlicherer Fehler der Glasmasse ist es, wenn dieselbe Schlieren, namentlich die verwaschenen, sogenannten Wellen enthält, d. h. wenn sie nicht homogen ist. Grubb prüft das Glas auf diesen „Fehler“ hin nach einer Methode, die im Princip mit der Foucault'schen, die Sphäricität concaver Oberflächen zu controliren, übereinstimmt. Ein demselben Zweck dienendes

Arrangement von Prof. Abbe, welches sich mehr der Töpler'schen Methode der Schlierenbeobachtung anschliesst, ist vom Referenten in dieser Zeitschrift (1885 S. 117) beschrieben worden. Ein geübter Beobachter kommt wohl auch ohne alle weiteren Apparate zum Ziel, indem er die zu untersuchende Glasplatte, hinter welche ein kleines Flämmchen gestellt ist, unter fortwährendem Drehen mit der Lupe betrachtet.

3. Endlich darf das Glas keine Spannungsfehler haben, d. h. es muss gut gekühlt sein. Dies wird mit Hilfe des Polariskopes erkannt. Kleine Scheiben hält man einfach zwischen das mit einem Polariskop bewaffnete Auge und eine polarisirende Fläche, etwa eine gegen die Sehrichtung unter etwa 35° geneigte, polirte Platte von schwarzem Glase. Es genügt aber nicht, wie Grubb angiebt, die Scheibe durch die Facetten, also durch die Tiefe hindurch zu visiren, sondern man muss sie auch von der breiten Seite aus durchmustern. Die Erfahrung hat dies dem Ref. als durchaus nothwendig erwiesen.

Für Spiegel empfiehlt Verf. eine Compositon, die nur wenig von der Newton'schen abweicht, trotz aller inzwischen gemachten Versuche und Vorschläge, nämlich 4 Atome Kupfer mit 1 Atom Zinn, in Gewichtstheilen: 252 Kupfer, 117,8 Zinn.

Hat man sich der Güte des Materiales versichert, so ist das nächste, die Berechnung der Krümmungen, welche man den Linsen geben muss, damit das Objectiv die richtige Brennweite habe und chromatisch und sphärisch richtig corrigirt sei. Grubb vertritt hierin den empirischen Standpunkt; er sagt ungefähr Folgendes:

„Die Gleichungen für den Achromatismus — damit können aber nur die Näherungsgleichungen gemeint sein — seien mit den geringsten mathematischen Mitteln zu lösen. Was die Aufhebung der sphärischen Aberration betreffe, so gebe es hierüber zwar viele eingehende Untersuchungen von Mathematikern, und jeder gebe sich den Anschein, als habe er für die Aufhebung des genannten Fehlers eine noch vollkommenere Methode entdeckt als seine Vorgänger. Für den Praktiker aber seien diese mathematischen Bemühungen, so viel er wisse, ohne Nutzen gewesen, denn einerseits habe für den Praktiker ein Schleier des Geheimnissvollen über jenen Untersuchungen gelegen, — derselbe Vorwurf, den Ref. mit mehr Recht einem Theil der Praktiker in Bezug auf ihre technischen Methoden machen zu können glaubt —, andererseits gründeten sich jene theoretischen Untersuchungen auf die Voraussetzung vollkommen sphärischer Flächen, eine Voraussetzung, die nie streng zu erfüllen sei, während eine minimale Abweichung von ihr den Correctionszustand des Objectivs schon wesentlich ändere." — Es seien dem Ref. ein paar Worte hierzu gestattet. Der erstere Vorwurf ist nicht ganz unberechtigt. Eine gedruckt vorliegende mathematische Untersuchung ist zwar an sich nicht so unzugänglich und verschleiert, wie eine optische Werkstatt, in deren Innerstes Niemand hineingelassen wird; aber man kann in der That nicht von einem praktischen Optiker, der Mühe genug mit der technischen Seite seiner Kunst hat, verlangen, dass er sich in die abstracten mathematischen Ausführungen eines Grunert, Littrow, Hansen, Scheibner u. A. vertiefe. Man muss auch mehreren dieser mathematischen Optiker den Vorwurf machen, dass sie ihre Untersuchungen nicht auf wirklich vorhandenes Glas gerichtet und so dem Praktiker Gelegenheit gegeben haben, die Resultate der Theorie zu erproben, den Vorwurf, dass sie zum Gebrauch für den Praktiker nicht wenigstens präcise directe Rechnungsvorschriften, oder das Wesentliche ihres Gedankenganges kurz und leicht verständlich ausgedrückt niedergelegt haben. Ein solcher Vorwurf trifft, wie gesagt, viele mathematisch-optische Schriftsteller, aber keineswegs Alle. Barlow, Herschel, Seidel, u. A. sind der Praxis auf jede mögliche Weise entgegengekommen und berühmte Optiker wie Fraunhofer, Prazmowski, Schröder, Steinheil, Foncault, Martin, Henry (ich vermuthe, auch Alv. Clark) haben sich der Hilfe der Theorie auf das Ausgiebigste und zwar nicht zu ihrem Schaden bedient.

Damit fällt auch der zweite Vorwurf, dass die Flächen nie genau sphärisch herzustellen seien. Gewiss ist letztere Aufgabe, namentlich bei sehr grossen Dimensionen der Linsen, eine äusserst schwierige und erfordert die ganze Hingabe eines kunstgewandten

Praktikers; gewiss ist es richtig, dass „Objective nicht auf dem Papiere gemacht werden“. Ref. hält auch nach seinen Erfahrungen die Arbeit der Ausführung eines grossen Fernrohr-Objectives in ihrer Art für erheblich zeitraubender und mühseliger, als es die genaueste Berechnung sein kann; aber er ist der Meinung, dass das Arbeiten nach Rechnungsvorschriften doch das Rationellere sei und dass ihm die Zukunft gehöre; denn erstens ist offenbar, dass selbst im Falle der Unmöglichkeit, genau sphärische Flächen herzustellen, der Optiker doch dem definitiven Correctionszustande des Objectivs, allemal viel näher sein wird, wenn er von vornherein **richtige** Radien gemacht hat, als wenn er solche ausgeführt hat, mit denen überhaupt nur durch eine erhebliche Abweichung von der strengen Kugelform jener Correctionszustand zu erreichen ist. Solche richtige Radien müssen freilich auf Grund genauer spectrometrischer Bestimmung der verwendeten Glasarten, sowie genauer Berücksichtigung aller Distanzen, Linsendicken, Luftbiatus, Grösse der Oeffnung u. s. w. gewonnen sein. Ist der Optiker im Besitze solcher zuverlässlicher Radien für sein Objectiv, so kann er nunmehr alle Mühe darauf verwenden, sie richtig und vollkommen auszuführen. Er kann sich empfindlicher Hilfsmittel bedienen, mittels derer er den absoluten Grössenbetrag der Krümmung und die strenge Kugelgestalt sehr genau controliren kann; er kann diese Controle jeden Augenblick in seinem Arbeitszimmer, bei jedem Wetter und Klima, anstellen, er weiss sofort, an welcher der vier Flächen die Schuld liegt, er ist niemals im Zweifel über den Sinn einer Abweichung, nie in Gefahr, sein Objectiv verschlechtert, oder gar verdorben statt verbessert zu haben, Schwierigkeiten und Gefahren der empiristischen Methode, die Grubb selbst sehr anschaulich schildert. Für den nach Rechnungen arbeitenden Künstler ist die Beobachtung von Probeobjecten mit dem fertig polirten Objectiv nicht ein Hilfsmittel zur definitiven Correction, sondern nur die letzte Vergewisserung, dass nirgends bei der Arbeit ein Versehen vorgekommen ist. Gerade der Schleier des Geheimnissvollen, der nach Grubb's eigenem Geständniss über der Arbeit des empirischen Optikers ruhen bleibt, selbst wenn er die genaueste Auskunft über jeden einzelnen Handgriff giebt, wenn er gestattet, dass man ihn jahrelang in seiner Arbeit beobachte, gerade dieser Schleier fällt von der Arbeit des **rationellen** Optikers. Den Character der Kunst, auf den Grubb mit Recht bei der technischen Optik Gewicht legt, behält die Arbeit des Letzteren immer bei, aber sie ist dem Gebiete des willkürlichen Versuchens entrissen, sie ist bei jedem kleinsten Schritte vollkommen zielbewust, eine wirkliche **mathematische Kunst**.

Der Gewinn, der durch mathematisch-technisches Arbeiten in Bezug auf die Zeitdauer der Arbeit erhalten wird, scheint mir über jeden Zweifel. Unzweifelhaft ist ferner dieser Vorzug, dass der empirische Künstler von den vier Freiheiten, die er in den vier Flächen eines Objectivs hat, eigentlich nur drei benutzen kann, zur Erfüllung der drei nothwendigsten Bedingungen: Brennweite, Achromasie und Aplanasie für eine Farbe in der Axe. Von jeder vierten (oder mit Hinzuziehung der Dickenwahl) fünften Bedingung, die er durch bestimmte Wahl aller vier Flächen erfüllen könnte, — welches diese Bedingung auch sei, — wird er sich stets mehr oder weniger weit entfernen. — Nun ist das übliche Objectiv der Fraunhofer'schen Form in Bezug auf die Erfüllung oder Nichterfüllung anderer Bedingungen als der drei genannten, nicht sehr empfindlich gegen kleine Radienänderungen. Stellt man sich aber die Aufgabe, noch eine Bedingung mehr und diese möglichst genau zu erfüllen, z. B. die Herstellung eines über das gewöhnliche Maass grossen scharfen Gesichtsfeldes, oder andere, so ist man sofort genöthigt, alle **vier** Radien und eventuell auch die Dicken **genau** einzuhalten und es würde nichts nützen, wenn man von der vorgeschriebenen Form einmal abgewichen ist, durch geschickte Politur den einen Fehler wieder zu compensiren, da hierbei der andere, auf den es ebensosehr ankommt, vollständig uncorrigirt bliebe oder gar verschlimmert würde. Ja, es giebt Constructionen wie z. B. die sogenannte **Gauss'schen**, bei denen eine kleine Abweichung von dem **absoluten Werth** der einzelnen Radien reichlich ebenso schädlich ist, wie bei anderen Constructionen ein kleiner Fehler in der Gestalt der Fläche selbst. Solche Constructionen

lassen sich ohne Zweifel nur durch eine von der Theorie unterstützte Technik ausführen und sind nur von einer solchen ausgeführt worden.

Doch zurück nach dieser Abschweifung zu unserem Gegenstande: Herr Grubb also richtet sich bei der Construction seiner Objective bis zu 10 Zoll, wie er sagt, einfach nach den Daten, welche die Glaslieferanten Feil und Chance selbst in die Hand geben, und welche nach seiner Angabe für kleine Dimensionen auch vollkommen genügend seien. Von noch grösseren Objectiven schneide er ein Prisma direct von der Scheibe ab und bestimme Brechung und Dispersion selbst. „Die Curven könnten dann aus einem beliebigen Handbuch entnommen werden". Dass der Verf. unter solchen Umständen Objective, selbst wenn sie genau nach „theoretischer" Vorschrift ausgeführt sind, unvollkommen findet, kann Niemand wundern.

Die Operationen, die nun mit den voruntersuchten Glasscheiben nach getroffener Wahl der Curven vorzunehmen sind, theilt Grubb in 5 Rubriken: 1) Grobschleifen, 2) Feinschleifen, 3) Centriren, 4) Poliren, 5) *figuring and testing*, womit er das oben erwähnte Gestaltgeben nach Tâtonnement meint. In diesen Ausführungen des erfahrenen Verf. ist noch manches Interessante enthalten; manche Mittheilungen findet der Leser auch anderwärts, wir wollen daher nicht zu ausführlich hierauf eingehen. Das Schleifen erfolgt in Schalen aus Messing oder Gusseisen (bei grösseren Stücken nur von letzterem Material), welche nach einer Blechlehre annähernd auf den richtigen Radius gehöhlt oder gewölbt sind. Als Schleifmaterial dient zum Grobschleifen Sand, zum Feinschleifen Schmirgel von verschiedener, und successive immer grösserer Feinheit. Verf. geht auf das Wesen des Schleifprocesses ein, und erklärt, warum die Schleifschale aus weicherem Material bestehen muss, das Schleifmittel aber aus härterem, mindestens gleich hartem als das Glas selbst. Die Schleifschalen sind mittels eines an ihnen befindlichen Heftes auf eine um die Verticale rotirende Drehbank aufgefuttert; das Glasstück wird mit der Hand über die Schale hin geführt, und Sache der Geschicklichkeit des Arbeiters ist es, durch geeignetes Drücken und Loslassen die bearbeitete Fläche nach Bedürfniss, sei es als Ganzes, flacher oder convexer zu machen, sei es in ihren einzelnen Zonen, vom Rand bis zur Mitte abzuflachen oder zu wölben, um schliesslich möglichste Kugelgestalt und diese von der richtigen Krümmung zu erzielen. Das Schleifmaterial darf nur in dünnen feuchten Schichten auf die Schleifschale aufgetragen werden. Kleine Grübchen (nach dem Vorgange Lassells?) in den Schalen dienen zur Aufnahme gröberer mituntergelaufener Körnchen und zur gleichmässigen Vertheilung des Schleifmaterials überhaupt. Die Krümmung der Fläche wird mittels eines Schraubensphärometers gemessen, eine nicht sehr glücklich gewählte Einrichtung.

Die Politur erfolgt mittels einer geeigneten Maschine, einer Modification der von Lassell angegebenen. Hierbei ist die fertig geschliffene Linse selbst auf die Axe der verticalen Drehbank aufgefuttert und ein geeigneter Mechanismus führt das Polirstück in möglichst vielen verschiedenen Richtungen darüber hin. Als Polirmittel benutzt Grubb Eisenoxyd, wie die meisten Optiker, auf Pech; auch er findet die Politur mit Tuch und Papier nur zu niederen Zwecken hinreichend, wofür sie auch auf dem Continent allein verwendet wird. Wegen der Art, wie Grubb Zonen in ein Objectiv hinein oder aus demselben herauspolirt, mag auf das Original verwiesen werden. Eine äussere Probe, wie solche Foucault vorgeschlagen und Martin vervollkommnet hat, in einfacherer Form auch Laurent (Compt. Rend. **100**, S. 103, diese Zeitschr. 1885 S. 322) in Gebrauch genommen hat, wendet Grubb auf die genaue Gestalt der Oberflächen nicht an; er beurtheilt die Flächen nach denen des schliesslichen Bildes, wobei immer erst eine genaue Ueberlegung darüber entscheidet, an welcher Fläche der Fehler liegt, und worin er besteht.

Ueber die Centrirung macht Verf. keine Angaben. Die Bemerkungen über den Einfluss der Linsendicke auf die Grösse der Verbiegung der Linse sind irrthümlich. Beide Grössen sind einander umgekehrt und nicht direct proportional. Jedermann weiss, dass eine dünne Glasplatte von 300 mm Durchmesser sich mehr durchbiegt, als eine dicke von gleichem Durchmesser.

Auf die Gefahr, die im Verbiegen der Linsen überhaupt liegt, ist sehr treffend aufmerksam gemacht und bemerkt, zu welcher Vorsicht dieser Umstand beim Auffuttern der Linse während der Politur und beim nachherigen Fassen derselben nöthigt. Lagerung der Linse in einem Quecksilberbade während der Politur gelang dem Verf. nicht recht. Der Einfluss der Verbiegungen auf das Bild ist nicht so gering, als es nach den Ausführungen Grubb's scheinen möchte, denn weder existirt zu jeder convexen Fläche eine gleich stark concave, noch verbiegen diese sich im gleichen Grade, noch endlich ist der optische Einfluss gleicher Verbiegungen selbst an gleich gekrümmten Flächen der gleiche.

Die Herstellung ebener Spiegel erklärt Verf. für nicht schwieriger als die irgend welcher gekrümmter Flächen. Der Einfluss der Biegung auf einen Teleskopspiegel ist grösser als der auf ein Objectiv, weil bei ersterem die Verbiegung durch gar keine entsprechende einer zweiten Fläche compensirt wird.

Die fünfte Procedur, das *figuring and testing* erfordert nach Grubb durchschnittlich drei Viertel der Gesammtarbeit. Er schildert anschaulich das mühselige, die Geduld oft auf die härteste Probe stellende dieser Arbeit. Wir haben uns hierüber schon oben ausgesprochen.

Als Lichtquellen dienen natürliche oder künstliche Sterne. Um zwei der vornehmlichsten Arbeitshindernisse zu beseitigen, 1) den Temperatur- und Feuchtigkeitswechsel in der Werkstatt — der das Poliren so erschwert, und 2) die Unruhe der Atmosphäre — bei der Prüfung, — will Grubb die Polirarbeit in einem unterirdischen Raume vornehmen und von ihr aus einen 100 m langen Tunnel bauen, an dessen Ende ein künstlicher Stern sich befinden soll. Der Tunnel soll mit besonderen Vorrichtungen versehen sein, um die Luft in ihm zu erneuern und sie überhaupt möglichst gleichförmig zu machen.

Ob statt dieser äusserst kostspieligen Einrichtung nicht die Prüfung der Objective nach dem Collimationsprincipe rationeller wäre, — mittels eines genügend grossen, vertical hängenden Planspiegels lässt man das Bild der im Focus angebrachten, künstlich beleuchteten Probeobjecte reflectiren, ähnlich wie Laurent (diese Zeitschr. 1885, S. 322) vorgeschlagen hat, — will Ref. vorläufig dahingestellt sein lassen.

Optiker, welche ihre Objective selbst empirisch corrigiren, mögen wegen mancher interessanter Mittheilungen über diese Arbeit auf das Original verwiesen werden. (Vgl. auch *Naturw.-Techn. Rundschau II. S. 19. Sirius* **20.** *7.*) *Cz.*

Drahtbandrheostat.

Von A. Grosse. *Wied. Ann. N. F.* **29.** *S. 674.*

Ein mit einem Messingdraht von 0,15 mm Stärke in Schraubenwindungen umwickelter Baumwollfaden ist so zu einem Bande verwebt, dass die einzelnen Drahtwindungen von einander isolirt sind, dass jedoch in der Mitte des Bandes in seiner ganzen Länge ein metallischer Streifen verbleibt. Dieses Band ist, in einer Büchse von Hartgummi eingeschlossen, auf eine metallene Axe gewickelt, die eine Polklemme trägt, reicht durch einen Schlitz aus der Büchse heraus and geht dort über ein ebenfalls mit einer Polklemme versehenes Contacträdchen. Für Widerstände bis zu 1000 Ohm reichen 4 m eines solchen 2 cm breiten Bandes aus; für grössere Widerstände werden 6 m eines 4 cm breiten Bandes verwendet, und zwar in der Weise, dass es mit je einem Ende an eine Holztrommel befestigt ist, mit der metallenen Axe der einen leitend verbunden; diese Trommeln werden in entgegengesetzter Richtung gedreht. Ein Contacträdchen berührt den freiliegenden Streifen des Bandes und bildet so die zweite Elektrode des Rheostaten. *L.*

Hydraulisches Reactionsrad.

Von Beuf *und* Ducretet. *Journ. de Phys. élém.* **2.** *S. 35.*

Der von Beuf angegebene and von Ducretet construirte Apparat ist ein modificirtes Segner'sches Wasserrad. In der Axe eines cylindrischen, mit Wasser zu füllenden Gefässes befindet sich ein Stab; über diesen ist eine Glasröhre geschoben, die mit einem oberen Ansatzstück auf einer Spitze am Ende des Stabes schwebt. Von diesem Ansatz-

stück gehen zwei rechtwinklig umgebogene Röhren vertical nach unten und endigen in Kugeln, die mit je einer Oeffnung versehen sind. Die beiden Röhren wirken als Heber und werden durch zwei ebensolche neben ihnen laufende Röhren angesaugt, die in den Kugeln endigen und sich oben zu einem kurzen Saugrohr vereinigen. Saugt man an diesem, während man die Oeffnungen der Kugeln mit je einem Finger verschliesst, so füllen sich die Heber und der Apparat setzt sich in Umdrehung. *Pe.*

Ueber eine neue Methode zur absoluten Messung der strahlenden Wärme und ein Instrument für die Registrirung der Sonnenstrahlung.

Von Knut Ångström. *Nova acta regiae Societatis scientiarum Upsalensis. Vol. XIII. 1886.*

Die Messung und Feststellung der absoluten Intensität der Sonnenstrahlung, d. h. derjenigen Wärmemenge, welche in der Zeiteinheit auf die Flächeneinheit bei senkrechter Bestrahlung von der Sonne übergeht, ist seit den Zeiten Pouillet's ein wiederholt versuchtes, beliebtes Problem gewesen, für dessen Lösung eine ganze Reihe von Beobachtungsmethoden erdacht und Messapparate construirt worden sind. Das von K. Ångström ausgearbeitete Verfahren, die Stärke der Sonnenstrahlung in absolutem Maasse zu bestimmen, ist deswegen bemerkenswerth, weil hier während der Beobachtung die Dispositionen so getroffen sind, dass man von dem Einflusse der fortwährend wirksamen Abkühlung in Folge äusserer Wärmeleitung, d. h. von der während der Einstrahlung von dem Aktinometer an die Umgebung von constanter Temperatur abgegebenen Wärmemenge sozusagen ganz unabhängig ist. — Ångström's Instrument, über das wir hier kurz berichten, besteht aus zwei kreisförmigen Kupferplatten von etwa 30 mm Durchmesser und einer Dicke von 5 mm, welche einander so ähnlich als möglich gemacht sind; die vorderen, der Strahlung ausgesetzten absorbirenden Flächen, mit galvanoplastischem Kupfer und Platinschwarz belegt, werden leicht berusst; die übrigen Flächen sind platinirt und gut polirt. Von der hinteren Seite der Scheibe her wird je ein Thermoelement (Kupfer-Neusilber) bis in deren Mitte eingeführt, dessen Kupferdrähte zu einem Galvanometer führen, während der Neusilberdraht von einer Platte zur anderen geht. Die Ausschläge des letzteren (von einer bestimmten Ruhelage aus) sind dann bekanntlich von dem Temperaturunterschiede der beiden Platten abhängig. Auf einem besonderen Gestelle montirt, können diese Platten mit Hilfe zweier Schrauben und einer Visirvorrichtung stets so orientirt werden, dass die Strahlung der Wärmequelle senkrecht auf sie fällt. Den Apparat schützt ein doppelter, beweglicher Lichtschirm, welcher mittels einer kleinen Kurbel so gedreht wird, dass eine der calorimetrischen Platten stets im Schatten steht, wenn die andere bestrahlt wird. Hat nun bei der Bestrahlung der einen Kupferscheibe der Galvanometermagnet eine ganz bestimmte, durch Fernrohr, Spiegel und Scale zu beobachtende Deviation aus der Ruhe- oder Nulllage angenommen, so wird diese Scheibe beschattet, im selben Momente aber die andere der (senkrechten) Strahlung so lange ausgesetzt, bis derselbe Ausschlag auf der anderen Seite erreicht ist; war die Temperaturdifferenz zwischen beiden Scheiben vorher $+k°$, so wird sie jetzt bei dieser zweiten Operation, entsprechend demselben Ausschag, aber auf der entgegengesetzten Seite, $-k°$ sein. Ist dann T die Zeit, welche verfliesst, bis die Nadel von jener bestimmten Ausweichung links zur selben Ausweichung rechts gelangt, so zeigt eine einfache Ueberlegung, dass, sobald die Erkaltungscoefficienten der Kupferplatten sehr nahe gleich sind und die Temperaturdifferenz k nicht gross gewählt wird, man für die Bestimmung der Intensität s der Bestrahlung die einfache Formel hat:

$$s\,F = Mc\left(\frac{2}{T}\right)k,$$

wo Mc der Wasserwerth und F die Grösse der der Strahlung ausgesetzten Flächen ist; man ist also unabhängig von dem durch Wärmeabgabe an die Umgebung (von constanter Temperatur) erfolgenden Wärmeverluste des Aktinometers. Langley erreichte bei seinen Messungen über das Maass der Sonnenstrahlung denselben Effect bekanntlich dadurch[1]),

[1]) Vgl. die Abhandlung des Referenten in dieser Zeitschrift 1886, S. 240.

dass er den Gang des bestrahlten Thermometers in bestimmten Zeitmomenten verfolgte, dabei aber das Thermometer um soviel unter die Temperatur der Doppelhülle seines Apparates abkühlte, dass es während der ersten Hälfte des Versuches ungefähr ebensoviel Wärme von der Doppelhülle bekam, als es während der zweiten Hälfte an sie ausstrahlte.

Notirt man sich verschiedene successive aufeinanderfolgende Stellungen des Galvanomagneten, etwa von 50 zu 50 Scalentheilen je links und rechts von der Ruhelage nebst den zugehörigen Zeiten, so lassen sich die Beobachtungen ohne Mühe vervielfältigen, wie folgendes Beispiel aus dem Beobachtungsprotokoll ergieht:

	Abweichung in Scalenth. von der Ruhelage.	Notirte Zeit. links	Notirte Zeit. rechts	Zeitintervall für die Abweichung von 50 Scalentheilen.
I. Serie	150	$1^h.33^m\ 9^s$	$35^m\ 11^s$	$T = 40^s,7$
	100	33 27	34 48	40,5
	50	33 44	34 24	40,0
II. Serie	150	37 28	39 29	40,3
	100	37 46	39 6	40,0
	50	38 4	38 45	41,0
				Mittel: $T = 40,4$

Da bei diesem Instrumente eine Temperaturdifferenz von 0°,0195 zwischen den calorimetrischen Platten einen Galvanometerausschlag von 1 Scalentheil bedingt, so wird $k = 50 \,.\, 0°,0195$ mit $T = (40,4 : 60)$ Minuten, $Mc = 3,039$, $F = 7,162$. Demnach resultirt für die Strahlungsstärke nach der obigen Formel

$$s = \frac{2\,(50\,.\,0.0195)\,3,039}{7,162}\left(\frac{60}{40,4}\right) = 1,25 \text{ Cal.},$$

wenn das Absorptionsvermögen der berussten receptirenden Flächen gleich der Einheit genommen wird. Angström's Instrument zur **continuirlichen Registrirung** der Sonnenstrahlung besteht aus einem Differentialthermometer, das auf einer verticalen Axe ruht. Die beiden gleichen mit Luft gefüllten Kugeln desselben bestehen aus Kupfer (äusserer Durchmesser etwa 40, innerer etwa 34 mm); ungefähr in der Mitte der sie verbindenden schwach gebogenen Röhre ist ein Quecksilberindex angebracht, der durch einen eingeschmolzenen Platindraht mit einem Elektromagneten in leitende Verbindung gebracht ist. Zu beiden Seiten des Quecksilberindex, in geringer Entfernung von dessen Enden, befindet sich ein zweiter und dritter Platindraht, die zum nämlichen Elektromagneten führen. Scheint nun die Sonne, so erwärmt sich die eine der Strahlung ausgesetzte Kugel, die Luft in ihr dehnt sich aus und schiebt den Index etwa bis zum Contact mit dem einen seitlichen Platindrahte, wodurch der Strom geschlossen wird, der Elektromagnet daher in Thätigkeit tritt und dadurch eine halbe Rotation des Differentialthermometers d. h. also eine Vertauschung der Kugeln bewirkt. Kommt nun die zweite Kugel zur Bestrahlung, so weicht der Index auf die andere Seite zurück und geräth mit dem anderen seitlichen Drahte in Contact; der Strom schliesst sich wieder und eine neue Rotation erfolgt. Da die Zeit, welche zwischen zwei solchen Bewegungen des Apparates verfliesst, umgekehrt proportional der betreffenden Strahlungsstärke ist, so kann, da die Zeit und die Rotationen sich automatisch auf einem Cylinder anzeichnen, mit Hilfe der Construction des Apparates ohne Mühe die Sonnenstrahlung, deren täglicher Gang u. s. w. aus dem bezüglichen Diagramme entnommen werden.

J. Maurer.

Neu erschienene Bücher.

Elektricität und Magnetismus im Alterthum. Von Dr. Alfred Ritter von Urbanitzky. Elektrotechnische Bibliothek. Bd. XXXIV. Wien, Hartleben.

Im vorliegenden Werkchen sind die Beobachtungen der Alten über die Eigenschaften der Magnete und des Bernsteins, über das Nordlicht, den Blitz und das Elmsfeuer, sowie ihre Theorien zur Erklärung aller dieser Erscheinungen unter Anführung zahlreicher Belegstellen zusammengestellt. Trotz der häufigen Wiederholungen, die sich aus der Schwierigkeit und Neuheit des Stoffes erklären, bietet das Buch dem Leser, der sich für die Elektricitätslehre interessirt, angenehme Unterhaltung und Anregung. Wenn der Verfasser aber in der Vorrede betont, dass die Kenntniss des Wissensstandes der Alten auch auf diesem Gebiete der menschlichen Thätigkeit von sachlichem Nutzen für uns ist, insofern das moderne Wissen auf dem der Alten begründet ist, so scheint der Inhalt des Buches selbst diese Anschauung nicht zu bestätigen. *L.*

Die Laboratorien der Elektrotechnik und deren neuere Hilfsapparate. Von August Neumayer. Elektrotechnische Bibliothek. Bd. XXXIII. Wien, Hartleben.

Die für elektrotechnische Laboratorien wichtigsten Apparate, ihre Aufstellung, Benutzung und theilweise ihre Herstellung werden eingehend besprochen und Vorschläge für einzelne Neuconstructionen gemacht. Das Buch entspricht in Bezug auf Correctheit der Ausdrucksweise nicht allen Anforderungen; wenn man selbst von den vielen süddeutschen Provincialismen absieht, bleibt noch eine grosse Anzahl von Incorrectheiten der Sprache zu rügen. *L.*

T. W. Jeans. Lives of Electricians: Tyndall, Wheatstone and Morse, London. M. 6,30.

R. Gérard. Traité pratique de micrographie appliquée à la botanique, à la zoologie, à l'hygiène et aux recherches cliniques. Avec 280 figures et 40 planches. Paris, Doin. Frcs. 18,00.

L. Gaschard. Compensation du compas Thomson. Paris, Gauthier-Villars. Frcs. 1,75.

R. Colson. La photographie sans objectif. Paris, Gauthier-Villars. Frcs. 1,75.

Th. du Moncel. Le Téléphone. 5. édit. Paris, Hachette. Frcs. 2,25.

E. Brauer. Die Construction der Wage nach wissenschaftlichen Grundsätzen und nach Maassgabe ihres Specialzweckes. Weimar. M. 5,00.

C. Pietsch. Katechismus der Nivellirkunst. Leipzig. M. 2,00.

K. Skibinski. Der Integrator des Prof. Zmurko in seiner Wirkungsweise und praktischen Verwendung. Wien. M. 3,20.

E. Gerland. Die Anwendung der Elektricität bei registrirenden Apparaten. Wien, A. Hartleben. M. 3,00.

C. Jelinek. Psychrometer-Tafeln für das hunderttheilige Thermometer nach H. Wild's Tafeln bearbeitet. Leipzig. M. 3,00.

Ch. Mourlon. Les téléphones usuels. Paris. M. 4,50.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 1. Februar 1887. Vorsitzender: Herr Fuess.

Der Abend war einer Besprechung über die Vorschriften zur Verhütung von Unfällen in den Betrieben der Berufsgenossenschaft für Feinmechanik gewidmet. Herr Reimann, Schriftführer der Berufsgenossenschaft, beantwortet die zahlreichen Anfragen der Mitglieder über die bisherige Praxis in der Handhabung der gesetzlichen Vorschriften. Eine längere Discussion entspinnt sich über die Frage, ob der Leiter eines Betriebes dem Gesetze gegenüber genügend gesichert sei, wenn der Bevollmächtigte der Berufsgenossenschaft

die in seinem Betriebe eingeführten Sicherheitsvorrichtungen als genügende anerkannt habe. Der Herr Referent beantwortet diese Frage in bejahendem Sinne. Der Verlauf der Besprechung, an die sich in späteren Sitzungen noch andere anreiben sollen, zeigt, dass die Ansichten über die Handhabung der gesetzlichen Vorschriften noch nicht genügend geklärt sind, und dass sich eine feste Praxis erst nach längerer Zeit herausbilden wird.

Die Frage eines Mitgliedes nach der besten Methode des Abdrehens von Schmirgelscheiben ruft eine anregende Discussion hervor. Die Herren Fuess und Seidel schleifen die Scheiben mit Schmirgel ab; Herr Bamberg dreht sie mit Diamant, Herr Rabe mit Gasrohr bei ganz langsamem Gange ab; Herr Färber meint, dass die feineren Schmirgelscheiben mit Ziegelstein und Wasser abgeschliffen und später polirt werden, namentlich finde dies in der Fabrikation von Reisszengen statt.

Sitzung vom 15. Februar 1887. Vorsitzender: Herr Fuess.

Die reichhaltige Tagesordnung, welche mehrere technische Mittheilungen in Aussicht stellte, hatte die Mitglieder der Gesellschaft zu zahlreichem Erscheinen veranlasst. — Herr Voss führte einen Apparat zur Condensirung des Rauches vor und demonstrirte gleichzeitig die Wirkung desselben. In einen mit Rauch gefüllten Glascylinder wurde ein elektrischer Strom eingeführt und durch den Einfluss desselben der Rauch an der Cylinderwand ziemlich rasch in Form von Kohlenstaub niedergeschlagen. Als Elektricitätserreger diente eine grosse Influenzmaschine. Das Princip des Apparates ist in englischen Bergwerken bereits praktisch angewandt worden.

Herr Dr. Rohrbeck macht Mittheilungen über verschiedene neue Thermoregulatoren. Auf den Inhalt des Vortrages soll hier nicht näher eingegangen werden, da ein eingehendes Referat über diese Apparate in dieser Zeitschrift demnächst veröffentlicht werden soll.

Herr Haentzschel führt einen Apparat zum Abdrehen von Schleifsteinen vor. An der supportartigen Vorlage befindet sich ein federharter beweglicher Trichter, welcher sich beim Gebrauch immer von Neuem schärft. Die Vorrichtnng ist für kleinere Betriebe zu complicirt und kostspielig; bei Dampfbetrieb scheint man jedoch damit befriedigende Erfahrungen gemacht zu haben.

Im Auftrage des Herrn Haensch wird eine englische Pincette vorgezeigt. Dieselbe öffnet sich durch Druck an ihrer hinteren, mit Heft versehenen Verlängernrg und eignet sich besonders zum Ergreifen von kleinen Gegenständen, als: optischen Linsen, Rubin-Steinlöchern u. dergl.

Der Vorsitzende, Herr Fuess, zeigt Stahlröhren vor, die für den Kleinbetrieb insofern von Wichtigkeit sind, als sie jetzt in kleineren Abschnitten zu haben sind; beim Härten zeigt sich der Stahl allerdings noch ungleich, doch wird man bei Bedarf auch besten Werkzeugstahl hierzu nehmen; der Vortragende führt ferner Platinröhrchen von 1 mm Durchmesser und 0,5 mm innerer Weite vor, auch Stahlröhren mit Bleiüberzug, die nach Angaben von Herrn Dr. Pernet von Mechaniker Golaz in Paris, rue St. Jaques 282 angefertigt werden.

Der Vorsitzende macht dann ferner einige Mittheilungen über die Fraunhofer-Feier. Das Comité hat sich unter dem Ehrenpräsidium des Geh. Regierungsrath Prof. Dr. von Helmholtz constituirt und besteht aus den Herren C. Bamberg, Commercienrath P. Dörffel, Geh. Regierungsrath Prof. Dr. Förster, R. Fuess, Stadtrath Halske, Prof. Dr. Hartnack, H. Haensch, Regierungsrath Dr. Loewenherz und Dr. Westphal. Die Feier findet am 6. März, Mittags 12 Uhr im Festsaale des Berliner Rathhauses statt. Nach der Feier versammeln sich die Theilnehmer zu einem Festessen. — (Die Feier hat inzwischen stattgefunden und einen erhebenden Verlauf genommen. Einen eingehenden Bericht über dieselbe finden unsere Leser im nächsten Heft dieser Zeitschrift. D. Red.)

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Wasserwage mit Vorrichtung zur Höhenmessung. Von Ch. G. Smith, E. und Ch. H. Warren in Washington. No. 37867 vom 30. März 1886.

Um den Höhenwinkel eines Gegenstandes zu bestimmen, wird diesem die vordere Seite der Wasserwage zugewendet. Man lässt zuerst durch Stellen der um L (Fig. 1) drehbaren Platten M bezw. M' mittels des Schiebers S das Bild durch die Oeffnung oberhalb der Platte M' auf den Spiegel H fallen, so dass das Bild durch den Schlitz J gesehen wird. Hierauf stellt man den Schieber S so lange, bis die durch die Ausschnitte R der auf der Platte M angebrachten Stege P auf den Spiegel fallenden Lichtstrahlen des Objectes durch den Schlitz J sichtbar sind. Auf der an der vorderen Fläche des Prismas angebrachten Scale T (Fig. 2) kann man den Höhenwinkel, unter welchen das Object zu dem Beobachtungspunkte liegt, ablesen.

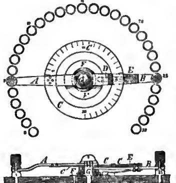
Fig. 1.

Fig. 2.

Zeicheninstrument. Von W. F. B. Massey-Mainwaring in London. No. 37732 vom 21. April 1886.

Bei diesem Instrumente zeichnet oder schreibt man mit einer Graphitscheibe a, welche auf einem Stift b' des Halters b drehbar angeordnet ist. Durch eine Feder f wird die Scheibe in ihrer Lage gesichert. Zum Anschärfen dient eine auf dem Halter b verschiebbare Hülse c'. Der Ansatz e an derselben ist mit einem entsprechenden Ausschnitt versehen, der an die Graphitscheibe, unter gleichzeitiger Umdrehung derselben, gepresst wird. Im Innern des Halters ist auf einem Stift d eine Anzahl Reservescheiben aufgereiht.

Stromwähler mit Doppelkurbel, Theilkreis und Indicator. Von Fa. Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen. No. 37786 vom 20. März 1886.



Eine der Anzahl der Elemente einer Batterie entsprechende Anzahl Contactknöpfe 1 bis 30 ist je mit dem negativen Pole der einzelnen Elemente verbunden, während ein Contactknopf o mit dem positiven Pole des ersten Elementes verbunden ist. Ueber diesen Knöpfen bewegen sich zwei um eine gemeinsame Axe drehbare, von einander isolirte Kurbeln A und B, deren erstere mit einem Theilkreis C, und deren andere mit einem Indicator E verbunden ist. Die Kurbel B steht durch einen Ring F und eine auf diesem schleifende Feder D mit dem negativen Poldraht J und die Kurbel A durch die Drehaxe G mit dem positiven Poldraht H in Verbindung. Steht jede Kurbel genau auf der Mitte eines Contactknopfes, so zeigt der Indicator E an den Theilstrichen des Theilkreises C direct an, wie viele Elemente zwischen den Kurbeln eingeschaltet sind. Diese Einrichtung gestattet die beliebige Auswahl einer Anzahl Elemente am Anfang, am Ende oder aus der Mitte der Batterie und also eine gleichmässigere Abnutzung aller Elemente.

Apparat zum Messen von Seetiefen. Von W. Thomson in Glasgow. No. 37879 vom 2. Mai 1886.

Die eigentliche Messvorrichtung besteht aus einem Cylinder mit einem darin leicht beweglichen Kolben, welcher mit einer bei der Verschiebung des Kolbens sich spannenden Schraubenfeder verbunden ist. Diese Vorrichtung wird an den Draht der Lothmaschine angehängt und

mittels dieser versenkt. Hierbei verschiebt sich der Kolben unter Anspannung der Feder in einem dem Wasserdruck entsprechenden Maasse, und zugleich ein auf die Kolbenstange aufgeschobener Ring, der in seiner Endstellung durch Reibung festgehalten wird und die Grösse der Verschiebung an einer auf der Kolbenstange angebrachten Scale erkennen lässt.

Um die schädlichen Wirkungen des beim Aufsetzen auf den Grund erfolgenden Stosses abzuhalten, wird das Instrument in eine Hülse eingesenkt, welche mittels einer Feder im Innern des „Senkers" aufgehängt ist. Letzterer besteht aus einer für den Zutritt des Wassers offenen Röhre aus verzinktem Eisen, welche am unteren Ende mit einem Bleigewicht belastet ist. Um den das Instrument tragenden Draht am Ueberspringen über die Ränder der Trommel zu verhindern, ist letztere von einem cylindrischen Blechgehäuse umgeben, von welchem aus schiefe Ebenen bildende Blattfedern sich mit ihren Enden leicht auf die Innenseite der Trommelflantsche auflegen.

Festigkeitsprüfer für Papier. Von C. Rehse in Berlin. No. 37577 vom 14. Februar 1886.

Das zu prüfende Papier *p* wird zwischen dem Cylinder *r* und der Kappe *b* mittels der Schraube *c* festgeklemmt, und hierauf durch die Schraube *s* die Feder *f* gespannt, welche den Kolben *k* gegen das Papier drückt. Zur Ermittlung des ausgeübten Druckes sind am Cylinder *r* und an *t* Scalen angebracht, welche die Bewegung von *s* zu messen gestatten. Der Cylinder hat einen Ausschnitt, der den Kolben sichtbar macht; neben dem Ausschnitt befindet sich eine Scale, an welcher, um die Dehnung zu ermitteln, die Stellung des Kolbens vor und nach einer solchen abgelesen werden soll.

Verfahren und Apparat zur barometrischen Messung der Verdunstung nebst selbstthätigem Registrirapparat. Von D. A. Bouino in Ivrea, Italien. No. 37702 vom 24. März 1886.

Die verdunstende Flüssigkeit wird durch den Druck der Atmosphäre aus dem Gefäss *A* in den aus porösem Material hergestellten Hohlkörper *B* gedrückt und die Menge der durch diesen Hohlkörper verdunsteten Flüssigkeit an der Abnahme der Flüssigkeit in *A* gemessen. *A* ist zu diesem Zweck mit einer Scale versehen. Der Feuchtigkeitsgehalt der den Hohlkörper umgebenden Luft wird die Verdunstung in entsprechendem Maasse beeinflussen; möglichenfalls kann hierdurch das Niveau in *A* auch steigen. Die selbstthätige Registrirung geschieht in der Weise, dass in den Flüssigkeitsbehälter *A* ein Schwimmer gebracht wird, welcher mit einem Schreibstift verbunden ist, der einerseits dem Schwimmer folgen kann und andererseits durch ein Uhrwerk in gleichmässige Drehung um eine senkrecht stehende Papiertrommel versetzt wird und auf dieser ein Diagramm aufzeichnet.

Differentialinductor, Apparat zum Messen elektrischer Widerstände. Von P. Moennich in Rostock i. M. No. 38019 vom 17. März 1886.

Das Instrument dient als Ersatz des Differentialgalvanometers zum Abgleichen elektrischer Widerstände und besteht aus einer primären und einer secundären Drahtspule, ähnlich wie ein gewöhnlicher Inductionsapparat, aber mit dem Unterschied, dass die primäre Rolle aus zwei isolirten, gleich langen und gleichen Widerstand bietenden Drähten gebildet wird, welche unmittelbar neben einander laufend gewickelt sind.

Verzweigt man nun einen in schnellem Tempo fortwährend unterbrochenen Strom derart, dass die beiden Zweigströme je einen der beiden abzugleichenden Widerstände und dann je eine der zwei Wicklungen der primären Spirale in einander entgegengesetzter Richtung durchstreifen müssen, so werden in der secundären Spule so lange fortdauernd Inductionsströme erzeugt, als die beiden primären Ströme einander an Intensität ungleich sind. Dies letztere wird stets der Fall sein, so lange die abzugleichenden Widerstände noch verschiedene Grössen besitzen. Die Stärke dieser Inductionsströme, welche durch ein Telephon leicht wahrnehmbar gemacht werden können, hängt von der Differenz der beiden Widerstände ab. Sobald aber diese einander gleich gemacht sind, verschwindet der Ton im Telephon. Letzteres kann auch direct als Differentialinductor eingerichtet werden, indem die secundäre Wicklung durch den Eisenkern des Telephons ersetzt wird. (Vgl. diese Zeitschr. 1886, S. 388.)

Neuerung an elektrischen Thermometern. Von Fa. Proessdorf & Koch in Leipzig. No. 37921 vom 6. Juni 1886.

In die Leitungsdrähte, die bei den einzelnen Graden des Thermometers angebracht sind, werden elektromagnetisch bewegte Schreibvorrichtungen eingeschaltet, welche auf einem Papierstreifen, der durch ein Uhrwerk gleichmässig bewegt wird, Zeichen machen. Auf der Minutenzeigeraxe dieses Uhrwerks sitzt ein an seinem Umfange mit einer Anzahl Contactfedern versehenes Rad; die Contactfedern schleifen nach einander über die isolirten Enden der genannten Leitungsdrähte. Wenn zu der Zeit, wo eine Contactfeder ein Drahtende berührt, der Stromkreis beim Thermometer geschlossen ist, wird die zugehörige Schreibvorrichtung bewegt und an einer bestimmten Stelle des Papierstreifens das Zeichen gemacht. In dieser Weise kommt eine Figur zu Stande, welche ein Bild von den Wärmeschwankungen giebt.

Für die Werkstatt.

Ersatz des Oeles beim Schleifen und Schärfen feiner Werkzeuge. Mittheilung des bayrischen Gewerbemuseums zu Nürnberg. 1886 S. 166. (Nach den „Industrieblättern.")

Als Ersatz des Oeles beim Schleifen und Schärfen feiner Werkzeuge wird eine Mischung von Glycerin und Alkohol als vortheilhaft empfohlen, und zwar bei Werkzeugen mit grosser Oberfläche eine Mischung von 3 Theilen Glycerin auf 1 Theil Alkohol; bei kleinerem Werkzeug kann reines Glycerin verwandt werden. Die Manipulation des Schleifens soll hierdurch weniger unsauber werden.

Referent möchte hieran einige Bemerkungen knüpfen: In erster Linie dient beim Schleifen jeder Art die angewendete Flüssigkeit zur Verhinderung der Anfüllung der Poren mit dem abgeschliffenen Material, und es kann nicht oft genug auf diese Wirkung hingewiesen werden gegenüber der Thatsache, dass besonders auf Abziehsteinen für feinere Werkzeuge in den Werkstätten, wo ein solcher Stein meist gemeinschaftlich benutzt wird, sehr häufig trocken geschliffen und damit die Wirksamkeit des Steines ungemein herabgesetzt wird. Gegenüber solcher falschen Behandlung ist im Allgemeinen die Anwendung jeder verwendbaren Flüssigkeit zu empfehlen. Was aber den angegebenen Vorzug der Anwendung von Glycerin in Bezug auf Sauberkeit betrifft, so muss dieser für den Werkstattsbetrieb ohne Weiteres als nicht zutreffend bezeichnet werden, denn eine Berührung mit dieser Flüssigkeit macht, ganz abgesehen von dem unbehaglich klebrigen Gefühl, welches Glycerin verursacht, eine jedesmalige Reinigung der Hände durch Waschen schon deshalb erforderlich, weil die Eigenschaft des Glycerins, Wasser aus der Luft anzuziehen, und die meist vorhandene Verunreinigung mit Säurespuren bei Berührung der Werkzeuge und Arbeitsstücke schädlich sein muss, was bei Oel nicht der Fall ist.

Die Verwendung des Oeles bei Oelsteinen (Levantiner, Arkansas oder Mississippi) wirkt aber allem Anschein nach auch verbessernd auf die Wirksamkeit derselben, indem es die Steine völlig durchzieht und das scheinbare Korn derselben verfeinert. In dieser Hinsicht ist bei neuen Steinen die ausschliessliche Anwendung von Oel — und zwar wegen der grösseren Luftbeständigkeit am Besten Mineralöl — anzuempfehlen, während man später, wenn der Stein durchtränkt erscheint, am Vortheilhaftesten Petroleum zum Schleifen verwendet, welches man thunlichst jedesmal nach der Operation abwischt, um stets einen sauberen, gut greifenden Stein zu behalten. *P.*

Färben des Eisens. Mitth. d. Bayr. Gewerbemuseums zu Nürnberg 1886 S. 165 aus der Baugewerkszeitung.

1. Legt man blanke Eisentheile in ein Gemisch einer Lösung von 120 g unterschwefligsauren Natriums in 1 Liter Wasser und einer Lösung von 35 g essigsauren Bleies und erhitzt bis zum Sieden, so erhalten dieselben ein Aussehen, als wären sie blau angelassen.

2. Bringt man eine Mischung aus 3 Theilen Hyperschwefelnatrium mit 1 Theil essigsaurem Blei in gelöstem Zustande auf eine blanke Eisenfläche und erhitzt dieselbe, so lagert sich auf ihr eine Schicht Schwefelblei ab, durch welche die Metallfläche in verschiedenen Tönen gefärbt erscheint.

3. Taucht man kleine Gegenstände von Schmiede- oder Gusseisen in geschmolzenen Schwefel, dem etwas Russ beigemengt ist, so bildet sich ein Ueberzug von Schwefeleisen, welcher durch Abreiben eine schöne Politur erhält. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Lange jetzt Otto Lange in Berlin NW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geb. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VII. Jahrgang. **April 1887.** Viertes Heft.



Approximavit sidera.

Josef Fraunhofer.

Nach einem Kupferstich von J. Scherff in Holz geschnitten von F. Wegener in Berlin.

Festbericht

über

die Gedenkfeier zur hundertjährigen Wiederkehr des Geburtstages

Josef Fraunhofer's

am 6. März 1887 im Berliner Rathhause.

Veranstaltet von der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Zu Ehren der hundertjährigen Wiederkehr des Geburtstages Josef Fraunhofer's hatte die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik in dankbarer Erinnerung an die Verdienste des grossen Mannes um die Entwicklung der praktischen und theoretischen Optik eine Gedenkfeier veranstaltet, welche unter dem Ehrenpräsidium des Herrn Geh. Regierungsraths Prof. Dr. H. von Helmholtz durch einen von genannter Gesellschaft erwählten Festausschuss, bestehend aus den Herren C. Bamberg, Commercienrath und Hof-Optiker P. Dörffel, Geh. Regierungsrath Prof. Dr. W. Foerster, R. Fuess, H. Haensch, Stadtrath a. D. J. G. Halske, Prof. Dr. Hartnack, Regierungsrath Dr. L. Loewenherz und Dr. A. Westphal vorbereitet war.

Die Feier fand Sonntag den 6. März 1887 im Festsaal des Berliner Rathhauses statt, welcher zu diesem Zwecke von den städtischen Behörden in gewohntem Entgegenkommen zur Verfügung gestellt war. Die Hinterwand des prächtigen Saales war durch einen kostbaren Blumenflor geschmückt, der sich um die Büste Fraunhofer's gruppirte. Eine zahlreiche Versammlung hatte der Einladung des Festausschusses Folge geleistet. Es waren erschienen die Herren Minister von Bötticher, von Gossler, von Scholz und Staatssecretär Dr. von Stephan, Staatssecretär Herzog, Unterstaatssecretär Lucanus, Ministerialdirector Greiff, Geh. Regierungsrath Althoff, ferner als Vertreter des Heimatlandes Fraunhofer's der bayerische Gesandte Graf von Lerchenfeld-Köfering und der bayerische Militärbevollmächtigte Generalmajor von Xylander, ferner Mitglieder der städtischen Verwaltung, Mitglieder der Akademie der Wissenschaften, Professoren und Docenten der hiesigen Hochschulen, Officiere des Generalstabes, an ihrer Spitze der Chef der Landesaufnahme Generalmajor Golz, Directoren und Lehrer der höheren Lehranstalten, Mitglieder der hiesigen gelehrten und technischen Vereine und Gesellschaften, die Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, u. A. m. Ein besonders erfreuliches Interesse für die Bedeutung des Festes bezeugten mehrere auswärtige Mechaniker und Optiker durch ihr Erscheinen, die Herren Dencker-Hamburg, Hempel-Paris, Hildebrand-Freiberg i. S., Dr. H. Krüss-Hamburg, Richter-Petersburg, Sartorius-Göttingen, von Voigtlaender-Braunschweig und Dr. R. Zeiss-Jena. Der berufenste Vertreter der praktischen und theoretischen Optik, Herr Prof. Abbe, war leider am Erscheinen verhindert.

Der Festact wurde durch folgenden von Ed. v. Schenk im Jahre 1831 auf Fraunhofer gedichteten Hymnus eingeleitet, der von dem Königl. Musikdirector Herrn E. Schultz zu dem vorliegenden Zwecke in Musik gesetzt war und von dem unter seiner Leitung stehenden Gesangverein Caecilia vorzüglich ausgeführt wurde:

Ein hoher Geist hat diesen Leib bewohnt,
Ein Geist, der jetzt in seiner Heimath thront.
Denn seine Heimath war die Erde nicht,
Die Sternenwelt war's und das ew'ge Licht.
Ein Adler, der sich auf zur Sonne schwang,
Und ihres Lichts Geheimnisse durchdrang.
Die Sterne folgten seinem mächt'gen Ruf,
Dem zaubervollen Glase, das er schuf.
Entrissen hat er sie der alten Nacht,
Getheilt, verdoppelt und uns nah gebracht.
Der hinter Sternen ruh'nde Nebelflor
Erhellte sich, gehorchend seinem Rohr,
Und liess in jenen Flammenschooss ihn sehn,
Wo dort sich Sonnen bilden und vergehn.
Er beugte, spaltete und maass den Strahl,
Verband, zerstreut' ihn nach Gesetz und Wahl.
Er hielt das Licht des Sirius gebannt,
Der Wega Schimmer spielt in seiner Hand.
Und während so sein Ruhm die Welt durchzog,
Sich immer mehrend über Meere flog;
Blieb' still er, sanft demüthig wie ein Kind,
Voll Herzenseinfalt und stets fromm gesinnt.

Nach Beendigung des Festgesanges begrüsste Herr H. von Helmholtz die Versammlung mit folgender Ansprache:

Hochverehrte Versammlung!

„Mir ist der ehrenvolle Auftrag zu Theil geworden, Sie, die Sie in so zahlreicher Versammlnng Ihre Theilnahme an dem heutigen Festtage kund gegeben haben, im Namen des Festausschusses zu bewillkommnen, und gleichzeitig den städtischen Behörden den Dank auszusprechen für die Einränmung dieses ersten und prächtigsten Festsaales der Stadt. Was wir feiern, ist in der That ein Gedächtnisstag des deutschen Bürgerthums, auf den dasselbe mit Stolz hinzuweisen Veranlassung hat. Unter den verschiedenen Richtungen bürgerlicher Arbeit nimmt in gewissem Sinne die Kunst der praktischen Mechanik eine hervorragende Stellung ein, wenn auch nicht durch die Grösse der Geldsummen, die sie in Bewegung setzt, — darin steht sie ja vielen anderen Zweigen gewerblicher Thätigkeit, namentlich auch ihrer nächsten etwas handfesteren Schwester, der Maschinenbaukunst, bei weitem nach, — auch nicht durch ihre Verbindung mit den schönen Künsten, in der ihr die Mutter, aus der beide hervorgegangen, die Schlosserei, längst zuvorgekommen war, und nun wieder neues Emporblühen verspricht. Wohl aber steht die Mechanik obenan in dem Streben nach der höchsten Genauigkeit, Sauberkeit und Zuverlässigkeit ihrer Arbeit, und durch den Aufwand von Nachdenken und Ueberlegung, den jedes neue Werk derselben fordert. Ich selbst bin einer, der aus langer Erfahrung Zeugniss dafür ablegen kann, wie hoch diese ersten und höchsten Tugenden bürgerlicher Arbeit bei den leitenden Mechanikern gesteigert sind, wie man Meister, die in dieser Beziehung die höchste Achtung verdienen, nicht nur in jeder Universitätsstadt Deutschands, sondern auch in mancher mittelgrossen Stadt ohne Universität, immer wieder findet, meist stille, wortkarge, überlegsame Männer, wenig geneigt, sich hervorzudrängen, in rastloser Arbeit und feinster Vollendung ihrer Werke grössere Freude findend, als im Gelderwerb, der noch in kurz zurückliegenden Zeiten znm grossen Theil recht sparsam war, und auch wohl jetzt noch mehr an der fabrikmässigen Verfertigung vieler Copien desselben Instrumentes, als an den eigentlichen Originalarbeiten haftet.

Wer nicht selbst an diesen Arbeiten, wenigstens Rath empfangend und Rath gebend, Theil genommen hat, macht sich kaum einen Begriff von der Genauigkeit der Arbeit und der verwickelten Ueberlegung, die nöthig ist, um zum Ziele zu gelangen. Ich bitte um Verzeihung, wenn ich einem so allgemeinen Thema gegenüber öfter von meinen eigenen Erlebnissen rede. Aber von dem, was man selbst erfahren und wobei man mitgearbeitet hat, kann man sicherer und bestimmter

reden, und doch auch bei den Hörern mehr Vertrauen in Anspruch nehmen, als wenn man nur aus Büchern oder nach den Erzählungen Anderer berichtet. Ein wenig wird ein jeder Physiker Dilettant in der praktischen Mechanik sein müssen. Ich selbst war gewöhnt, und habe diese Gewohnheit sehr nützlich gefunden, wenn ich ganz neue Wege der Untersuchung einschlagen wollte, mir Modelle der erforderlichen Instrumente, freilich zerbrechlich und aus schlechtem Material vorläufig zusammengeflickt, herzustellen, die wenigstens so weit reichten, dass ich die ersten Spuren des erwarteten Erfolges wahrnahm und die wichtigsten Hindernisse kennen lernte, die ihn vereiteln konnten. Dabei lernte ich aus eigener Erfahrung beurtheilen, welch schwierige Ueberlegungen bei solchen neuen Sachen gewöhnlich dem Mechaniker zugemuthet werden; z. B. darüber, welche Theile sehr genau gearbeitet sein müssen, welche sehr fest, welche dagegen loser sein dürfen. Und erst wenn ich mit meinen eigenen theoretischen Ueberlegungen und vorläufigen Versuchen fertig war, trat ich in Berathung mit dem Mechaniker, der meine Modelle in Stahl und Messing übersetzen sollte. Nun kamen erst die schwierigeren Fragen.

Dem Laien erscheint ein dickes Stück Messing, Stahl oder Glas als ein Körper von unzweifelhafter Festigkeit und unveränderlicher Form. So lange es bei Abmessung eines Meters auf ein Millimeter mehr oder weniger, also auf ein Tausendtel der Länge nicht ankommt, oder bei Messung eines Winkels nicht auf Winkelminuten, d. h. auf die Grössen, die ein gutes Auge in der Ferne noch eben unterscheiden kann, so kann man die Festigkeit jener Körper schon gelten lassen. Wenn aber die Hunderttausendtel- oder Milliontel der Länge in Betracht kommen, die Winkelsecunden oder gar ihre Zehntel im Erfolge sich zu erkennen geben, dann wird Alles, was fest schien, elastisch, giebt selbst leisem Drucke nach, dehnt sich und verzieht sich durch die Wärme der Hand. Ein grosses Meridianfernrohr auf meterdickem Mauerpfeiler stehend, wendet sich, wenn Sie den Finger gegen den Pfeiler stützen. Bei der starken Vergrösserung des Instrumentes sehen Sie die Verschiebung an dem Gesichtsobject, auf das es gerichtet ist, ganz deutlich. Machen Sie bei einer geodätischen Messung einer Strecke von 100 Kilometer den Fehler von einem Tausendtel, so ist dies ein Streifen von 100 m Breite, schon ein werthvolles Ackerfeld. Lassen sie also an dem ersten Maassstab, mit dem Sie die Grunddistanz, von der Sie ausgehen, messen, oder an Ihren Winkelmessinstrumenten, mit denen Sie das Verhältniss der grösseren Entfernungen zur Grunddistanz ermitteln, einen entsprechenden Fehler zu, so giebt das schon erhebliche Verschiebungen im ländlichen Eigenthum. Wollen wir uns aber gar einen Begriff bilden von unserem Weltsystem, den ungeheuren Entfernungen der Sonne, der Planeten, der nächsten Fixsterne, so müssen wir die Genauigkeit unserer Instrumente auch entsprechend weiter treiben.

Ausser der natürlichen und gesetzmässigen Nachgiebigkeit der sogenannten festen Körper gegen Schwere, Druck und Temperatur kommen nun noch die unregelmässigen und nicht vorherzusehenden Spannungen der Metallstücke in Betracht, die vom Gusse herrühren. Sie bewirken oft genug noch sehr bemerkbare Formänderungen, wenn man nachträglich Einschnitte in die Masse macht, Querschnitte ausführt, oder erhebliche Theile wegnimmt. Selbst der Umstand, dass ein Theil einer abzudrehenden Metallmasse oder einer zu schleifenden Linse durch Berührung mit der Hand oder durch Reiben wärmer geworden ist während des Drehens, kann Unregelmässigkeiten der Form bedingen, die bei starken Vergrösserungen und grosser Feinheit der Messungen sichtbar werden. Der Regel nach ist also bei allen

Constructionen, wo es auf sehr grosse Feinheit ankommt, eine sorgfältige Ueberlegung auch betreffs der Ordnung, in der die einzelnen Flächen und Theile auszuführen sind, nothwendig.

In dieser Beziehung habe ich viel von den Mechanikern, mit denen ich Rath hielt, gelernt. Wie weit auch der Physiker, der die Idee des Instrumentes entworfen hat, diese nach Seite der speciellen Ausführung überlegt haben mag, ein Theil dieser Ueberlegungen bleibt immer übrig, welchen nur der vollenden kann, der das Material selbst zu bearbeiten gewöhnt ist und die Methoden der Bearbeitung aus praktischer Erfahrung kennt. Und gerade von diesem Theile der Ueberlegung hängt es ab, welcher Grad der Feinheit in den Messungen wird erreicht werden können.

Was wären Physik und Astronomie, was wäre unsere Vorstellung vom Weltgebäude und von unserer Atmosphäre, wo wären die Fernrohre, die elektrischen Telegraphen, das elektrische Licht, was wäre aus der Seefahrt und den Landvermessungen geworden, wenn nicht die intelligente Hilfe der praktischen Mechanik immer bereit gewesen wäre.

Diese Klasse von Bürgern nun, die in ihrer stillen Weise die besten Tugenden deutschen Bürgerthums bewahren und bethätigen, begeht heute den Gedächtnisstag eines der ersten und berühmtesten Männer, den sie zu den Ihrigen zu rechnen berechtigt sind, der, aufsteigend aus den ärmlichsten Verhältnissen, durch eigene Kraft und Fleiss unter schweren Hemmnissen sich emporgearbeitet hat zum Inhaber der ihrer Zeit berühmtesten optischen Werkstatt der Erde und wissenschaftliche Entdeckungen gemacht hat, die unsere Kenntnisse vom Weltgebäude in einer nie vorher geahnten Weise ausgedehnt haben, und deren Vervollständigung noch jetzt eine grosse Zahl von Astronomen, Physikern und Chemikern beschäftigt.

Fraunhofer ist ganz auf dem Boden des Handwerks und zwar aus den kümmerliebsten Verhältnissen emporgewachsen. Zehnter Sohn eines armen Glasers aus Straubing in Bayern, früh verwaist, dann als Lehrling ohne Lehrgeld von einem Spiegelmacher in München aufgenommen, d. h. nach damaliger Sitte hauptsächlich als Laufbursche und Hausknecht verwendet, kaum des Lesens kundig. Und doch war sein Sinn diesem Handwerk zugewendet. Nach dem Einsturz des Hauses seines Meisters, als er glücklich unter den Trümmern wieder ausgegraben ist, und als ihn Herr von Utzschneider im Auftrag des mitleidigen Königs frägt, was er werden möchte und wozu er das Geldgeschenk des Königs verwenden möchte, kennt er nur den Wunsch, ein tüchtiger Brillenmacher zu werden. Und in diesem Sinne verwendet er sein Geld, im richtigen Sinne kühn — er kauft sich eine Glasschleifmaschine — in allen anderen Beziehungen höchst sparsam. Zugleich sieht er ein, dass er sich unterrichten müsse; zur Feiertagsschule verschafft er sich Zutritt, und da er im Hause des Meisters nicht lesen darf, weil dieser kein Licht im Schlafzimmer duldet und seine Studien auf Feiertagsstunden im Freien angewiesen sind, macht er sich mit einem Theile des königlichen Geschenkes frei von dem Rest seiner Lehrzeit und sucht sich selbst als Glas- und Metallschleifer einzurichten. Immer unter allen Hindernissen hat er nur ein Ziel vor Augen, zunächst die höchsten Stufen in seinem Handwerk zu erreichen, die er kennt, und für die feinste Arbeit, die in diesem Kreise liegt, sich fähig zu machen.

Der ernsthafte und lernbegierige junge Mensch hatte die Aufmerksamkeit Utzschneider's gefesselt. Da dieser inzwischen die Salinenverwaltung verlassen und mit Reichenbach und Liebherr ein optisch-mechanisches Institut eingerichtet



hatte, gedachte er des armen Glaserlehrlings nnd zog ihn 1806 für die Ansführung der optischen Arbeiten herbei.

Hier war nun Fraunhofer an seinem rechten Platze; nun hatte er ungehinderte ebene Bahn vor sich und er zeichnete sich schnell so aus, dass schon nach drei Jahren ihm die Leitnng der ganzen optischen Abtheilung des Institutes übertragen wnrde.

Er aber hielt, ohne abznirren, die eingeschlagene Bahn praktisch-optischer Aufgaben ein. Verbesserung der Schmelzungsprocesse des Glases, Befreinng der gewonnenen Glasstücke von ihren Fehlern, genaue Herstellnng der verlangten Krümmungen der Linsen waren die Anfgaben, die zunächst vorlagen und welche um so vollständiger und feiner gelöst werden mnssten, je grössere Teleskope man zu constrniren, je mehr man die Reinheit und Genauigkeit ihrer Bilder steigern wollte. Eine Reihe nener Methoden, die Fraunhofer damals erfand und dnrchführte, sind die Grundlage anch für die entsprechenden Bestrebungen der Folgezeit geblieben.

Eine andere Anfgabe aber führte ihn weiter. Um sogenannte achromatische Fernrohre herzustellen, d. h. solche, die die Grenzlinien zwischen hellen und dnnklen Flächen nicht durch Säume von Regenbogenfarben entstellen und verwischen, musste man die dem Object zugekehrten Linsen der Fernrohre aus je zwei Linsen von verschiedenem Glase herstellen, ans sogenanntem Crownglas nnd dem bleihaltigen Flintglas. Nachdem der berühmte Mathematiker Euler angegeben hatte, wie die Krümmungen beider Linsen den verschiedenen Brechungsverhältnissen anzupassen seien, hatte zuerst ein onglischer Optiker John Dollond 1757 dergleichen achromatische Teleskope zn Stande gebracht, daher sie noch lange im Handel als Dollonds bezeichnet wurden. Aber nm im Voraus die Krümmungen der Gläser berechnen zu können, welche die zusammengesetzte Linse von der Farbenzerstrennng befreien würden, musste man die Brechungsverhältnisse einer gewissen Anzahl der farbigen Strahlen kennen, die im Regenbogen wie in dem prismatischen Bilde einer schmalen Lichtqnelle ans dem weissen Lichte der Sonne ausgeschieden werden. Die prismatischen Bilder aber, die man bis dahin zu Stande gebracht hatte, waren breite farbige Streifen, zwar glänzender und reiner in ihren Farben als der Regenbogen, aber die Farben gingen wie in diesem in unmerklicher Abstufung in einander über. Man hatte nirgend eine scharfe Grenze, die man als festen Merkpunkt hätte benutzen können, um zum Zweck einer Winkelmessnng ein Fernrohr daranf einznstellen. Man konnte wohl erkennen, dass Flintglasprismen bei gleicher Ablenknng der Strahlen von der geraden Linie ein breiteres Spectrum gaben, aber eine genane Zahl für das Breitenverhältniss des ganzen Bandes, oder gar seiner einzelnen Farbenstreifen war nicht zu gewinnen. Man war also daranf angewiesen, aus einer Anzahl von Crownglas- und Flintglaslinsen diejenigen ausznsnchen, welche zufällig gut zu einander passten, und sie zn verwenden. Aber das gefundene Verhältniss liess sich schon nicht mehr gut anf zwei andere Glasstücke anwenden, da man nicht im Stande war, immer wieder genan dieselben Glasproben zu erzengen. Bei kleinen billigen Linsen, von denen man leicht eine grosse Zahl schleifen konnte, kam man auf diese Weise zum Ziele. Für kostbare grosse Gläser, deren Schleifen grosse Zeit und Arbeit erforderte, war das aber nicht dnrchführbar. Für die ganz grossen Fernrohre, wie sie der ältere Herschel construirte, blieb man also noch anf die übrigens nnbequemen Spiegelteleskope angewiesen, in denen statt der Objectivlinsen grosse Hohlspiegel gebraucht wurden.

Dieser Zustand der Dinge war für Fraunhofer die Veranlassung, zunächst sich bessere Prismen herzustellen, sorgfältiger gearbeitet und von grösserer Oeff-

nung, als man sie vorher gehabt hatte, so dass er das prismatische Farbenfeld nicht nur mit blossem Auge, sondern auch durch vergrössernde Fernrohre untersuchen konnte. Er hatte im Spectrum des Lichtes von Alkohol und Oelflammen einen feinen hellen gelben Streifen schon wahrgenommen. Wir wissen jetzt, dass dieser Streifen eintritt, wenn am Docht oder in dem Brennmaterial Spuren von Kochsalz oder anderen Natronsalzen vorkommen. Möglicherweise konnte ja das Sonnenlicht in einem sorgfältig hergestellten Spectrum Aehnliches zeigen. In der That hatte der englische Physiker Wollaston Andeutungen einiger verwaschenen dunkleren Streifen darin schon gesehen.

Als aber Fraunhofer mit seinem Apparat fertig war, enthüllte sich ein Reichthum und eine Feinheit der Erscheinung, auf die Niemand gefasst war. Das Sonnenspectrum war von unzähligen meist äusserst feinen, zum Theil auch stärkeren dunklen Linien durchzogen, die, in charakteristischer Weise gruppirt, immer leicht wiedererkannt werden konnten. Licht anderer Fixsterne zeigte andere Liniengruppen, Licht irdischer leuchtender Flammen meist keine.

Zunächst hatte Fraunhofer hiermit in unverhofft glücklicher Weise gefunden, was er gesucht; die nach ihm benannten dunklen Linien im Spectrum des von der Sonne ausgegangenen Lichtes gaben feste Merkzeichen in dem Farbenfelde von einer Feinheit, dass die allerschärfsten Messungen der Brechungsverhältnisse des Glases, aus dem das Prisma bestand, nun gemacht werden konnten; und am Rande der rohen Glasscheibe, aus der ein Fernrohrobjectiv gemacht werden sollte, brauchte man nur noch zwei kleine gegen einander geneigte ebene Flächen anzuschleifen, die man wie Flächen eines Prismas zum Durchsehen benutzte, so konnte an dem Glasstück selbst, ehe man die Kugelflächen schliff, die Brechung der verschiedenen Farben gemessen und die Rechnung über die den Linsen zu gebende Form mit dem höchsten Grade von Genauigkeit ausgeführt werden. Seitdem ist der Sieg der grossen achromatischen Fernrohre über die Spiegel entschieden. Die letzteren behalten ihren Vorzug nur noch, wo auch die dunklen Wärmestrahlungen untersucht werden sollen.

Was aber Fraunhofer hier im Bestreben, die ihm gestellten praktischen Aufgaben so gründlich als möglich zu lösen, erreicht hat, war etwas viel Grösseres, als nur ein Mittel, gute Fernrohre zu machen. Zunächst erschien es freilich als ein Geheimniss, dessen Grund man nicht errathen konnte, so sehr es auch den Scharfsinn aller Physiker zu der grössten Anstrengung aufregte. Der Schlüssel zu dieser Welt wurde freilich wieder fast ein halbes Jahrhundert später durch Robert Bunsen und Gustav Kirchhoff gefunden. Die vor uns lebten, dahinziehen sahen sie wohl die ewigen Sterne am Himmel, aber in unerreichbarer Ferne. Man kannte ihre Wege, auch zum Theil ihre Abstände von uns. Aber dass man jemals etwas von der Natur der Stoffe, aus denen sie bestehen, würde wissen können, ohne die Dinge in der Hand zu haben, das war ein Gedanke, so hoffnungslos, dass wohl jeder, der ihn dachte, ihn auch sogleich als eine ausschweifende Phantasterei abwies. Und gerade dies sollte durch Fraunhofer's Entdeckung in Erfüllung gehen. Die von Utzschneider auf sein Grab gesetzte Inschrift: „*Approximavit sidera*“, „Er hat uns die Gestirne nahe gebracht“, fand noch einen ganz anderen Sinn als sein Freund damals ahnte. Die dunklen Linien, welche er in dem zum farbigen Spectrum ausgebreiteten Licht der Sonne fand, entstehen, wie wir jetzt wissen, dadurch, dass in der Atmosphäre, die den glühenden Sonnenkörper umgiebt, Dämpfe uns wohl bekannter irdischer Substanzen verbreitet sind, und durch Untersuchung irdischer Flammen, welche Dämpfe von Metallsalzen enthalten, können wir ermitteln, von

welchen Substanzen jene Liniengruppen herrühren. So finden sich zwei nahe zusammenstehende Linien, die in der goldgelben Flamme kochsalzhaltigen Alkohols als helle Linien vorkommen, im goldgelben Theil des Sonnenspectrums genau an derselben Stelle wieder. Andere Fixsterne enthalten in ihren Atmosphären andere Bestandtheile als die Sonne, und wir können das Vorkommen des Wasserstoffes, des eigenthümlichen Grundbestandtheils des Wassers, und des Stickstoffes, des Hauptbestandtheiles unserer Atmosphäre, hinausverfolgen bis in die fernsten Nebelflecke, die aller Auflösung durch die mächtigsten Fernrohre bisher spotten, ja wir können an dem Spectrum erkennen, dass deren Substanz wirklich zum Haupttheil noch in luftartigem Zustande ist.

Nicht weniger freilich verdankt die Astronomie der auf der von ihm gelegten Grundlage fortgeschrittenen Kunst im Bau der Fernrohre, die theils die Formen der Himmelskörper uns vollständiger kennen lehrten, theils eine Menge vorher unbekannter sichtbar machten, aber auch erlaubten, die Messinstrumente mit viel höheren Vergrösserungen auszurüsten und dementsprechend die Feinheit der Messungen zu steigern. Dieser Erfolg wendete Fraunhofer's Aufmerksamkeit den optischen Erscheinungen in grösserer Ausdehnung zu. Er hatte in sinnreicher Weise Newton's Entdeckung von den Farben dünner Blättchen, wie sie die allbekannten Seifenblasen zeigen, zu benutzen gewusst, um die Krümmung geschliffener Linsenflächen der feinsten möglichen Prüfung zu unterwerfen. So kam er leider erst nahe vor dem Ende seines kurzen Lebens zu eigentlich wissenschaftlichen Untersuchungen hinüber d. h. zu Untersuchungen, die keinen unmittelbaren technischen Zweck vor sich hatten, sondern nur nach Vollständigkeit unserer optischen Kenntnisse strebten. Dass er durch eine Federfahne nach einem Licht blickend, Farbenerscheinungen, denen des Prismas ähnlich, sah, regte ihn an, die durch regelmässige Reihen schmaler Spalte entstehenden Spectra in möglichst vollkommener Weise durch fein liniirte Glasplatten zu erzeugen. Er fand auch in diesen seine Liniensysteme wieder, und zwar hier unabhängig von dem wechselnden Brechungsvermögen der durchsichtigen Substanzen geordnet. Daran schlossen sich Untersuchungen verwandter farbiger Erscheinungen, die die trübe Atmosphäre um Sonne und Mond erzeugt.

Der arme Glaserlehrling, der sich einst, was er an Unterricht genossen, mühsam hatte selbst verschaffen und dem Schicksal abringen müssen, wurde 1817 zum Mitglied der Akademie der Wissenschaften in München ernannt und war durch das ganze wissenschaftliche Europa gefeiert und berühmt. Die von ihm gegründete optische Werkstatt ist als eine der ersten und bedeutendsten Deutschlands zunächst durch seinen Assistenten Georg Merz weiter geführt worden, und blüht noch jetzt unter dessen Sohne Siegmund Merz.

Unwillkürlich muss man bei ihm an einen andern grossen Physiker Europas denken, dessen Lebensbahn viel Aehnlichkeit mit der Fraunhofer's hatte, nämlich an Michael Faraday. Auch er begann seine Laufbahn als ein armer Buchbinderlehrling, ununterrichtet und mittellos. Auch er war darauf angewiesen, sich in Nebenstunden, und zwar anfangs aus den Büchern, die er binden sollte, selbst zu unterrichten. Auch er hatte von Anfang an das Ziel, dem er sein Leben widmete und in dem er das Höchste leisten sollte, fest vor Augen, wie durch eine Inspiration belehrt, auch er hatte denselben rastlosen Fleiss und die Treue in der Arbeit, die die wahre Quelle der grossen Leistungen sind. Zu den wichtigsten Theilen der jetzigen Elektrotechnik hat er durch seine Entdeckung der durch Magnete hervorgerufenen elektrischen Ströme die Grundlage gegeben.

Ein Unterschied zwischen den beiden grossen Männern liegt aber darin, dass Fraunhofer auf dem Boden des Handwerks stehen blieb, von dem er ausgegangen war. Er wünscht, ein guter Brillenmacher zu werden, wie er Utzschneider im Beginn ihrer Bekanntschaft erklärte; freilich wurde er ein besserer Brillenmacher, als je vor ihm einer gelebt hatte; aber Glas zu bearbeiten und alle Vorzüge des Glases bis zu ihrer höchsten Vollendung herauszuarbeiten, blieb doch bis zu Ende das Hauptstreben seines Lebens; der reine durchsichtige Stoff und die wunderbaren Bilder, die es zur Linse geschliffen zeigen kann, hatten seine Phantasie gefesselt, wie die Schönheit einer Geliebten. Auch seine wissenschaftlichen Entdeckungen entspringen aus seinem Streben, die achromatischen Linsen zu höchster Vollkommenheit zu führen. Fraunhofer ist in dieser Beziehung das Vorbild, welches zeigt, zu welcher Höhe die Arbeit des Handwerkers führen kann, wenn der ganze Fleiss, die ganze Treue und der ganze Scharfsinn eines begabten Mannes daran gesetzt werden, um jeden Mangel zu beseitigen.

Bei Faraday lag die Sache insofern anders, als die Buchbinderei ihm nur nebensächlich einen Anstoss gab und ihm das Leben fristete, bis sich der berühmte Chemiker Humphrey Davy seiner annahm. Ihn trieben keine praktischen Aufgaben, sondern nur die Forschungslust. Nur wo sein Vaterland ihm Aufgaben stellte, zum Beispiel für die Beleuchtung der Leuchtthürme, und auch für die Bereitung optischen Glases, arbeitete er über technische Fragen.

Diese letzteren Arbeiten wurden durch eine Mahnung des als Jurist und Politiker, wie als Forscher in der Lehre vom Licht gleich berühmten Sir David Brewster hervorgerufen, welche deutlich zeigt, welchen Eindruck Fraunhofer's Arbeiten bei den urtheilsfähigsten Männern des Auslandes machten. Er hatte in *Edinburgh Journal of Science, Heft 9* Struve's Bericht über Fraunhofer's für die Sternwarte von Dorpat geliefertes Fernrohr übersetzen lassen, und schliesst: „Wir halten dafür, dass kein Engländer diese Beschreibung wird lesen können, ohne die Empfindung stechendsten Schmerzes, weil England seinen Vorrang in der Verfertigung der Achromate und die Regierung eine der Quellen ihrer Einkünfte verloren hat. Sie wird hiernach in wenig Jahren die Ueberlegenheit englischer Künstler im Verfertigen von Instrumenten mit weitgehender Theilung für feste Observatorien nicht mehr zu behaupten vermögen. Wenn aber für wissenschaftliche Talente diese Quellen der Beschäftigung versiegen, so muss mit ihnen zugleich auch der wissenschaftliche Charakter des Landes verschwinden; die britische Regierung wird aber, wenn es zu spät ist, ihr gänzliches Nichtbeachten der Pflege wissenschaftlicher Anstalten Grossbritanniens beklagen. Sobald eine grosse Nation aufhört, in den Künsten Triumphe zu feiern, dann ist die Besorgniss nicht ungegründet, sie möchte auch aufhören durch die Waffen zu triumphiren".

So der berühmte Engländer. Seine Mahnung war nicht fruchtlos; in diesem Gebiete hat sich Grossbritannien aufgerafft und vielleicht wieder den Vorrang gewonnen. Aber auch Deutschland ist thätig; wir haben schon gesicherte Aussicht auf weitere wichtige Vervollkommnungen des optischen Glases durch die von der Preussischen Regierung unterstützten Arbeiten der Herren Abbe und Schott in Jena gewonnen, und die Kaiserliche Reichsregierung hat, wie Sie alle wissen, einen noch viel umfassenderen Plan für Förderung der Mechanik dem Reichstage vorgelegt.

Ihre schönste Wirkung aber wird diese Feier haben, wenn sie unsern jungen Mechanikern, — und nicht ihnen allein, denn derselbe Ruf ergeht an alle Rich-

tungen des Handwerks, — an dem Beispiel ihres grossen Genossen, dessen wir heut gedenken, vor Augen legt, welches Ziel auch der ärmste unter ihnen erreichen kann, und dadurch ihre Hoffnung und ihr Vertrauen auf den endlichen Erfolg treuer und ausdauernder Arbeit belebt."

An die Rede des Herrn Ehrenpräsidenten schloss sich folgende Rede des Herrn W. Foerster:

„Als im Jahre 1801 zu München ein Hauseinsturz den Glaserlehrling Josef Fraunhofer und die Frau seines Lehrherrn unter den Trümmern begrub, betheiligte sich an den Rettungsarbeiten auch Kurfürst Max Joseph, der spätere König Max I. Dem Geretteten wurde er sodann ein freundlicher Gönner und Helfer, indem er zwar die Mühsale der Lehrzeit nicht unmittelbar von ihm nahm, aber ihm die Mittel zu hochstrebender Geistesbildung verschaffte.

Merkwürdiger Weise hatte das Rettungswerk, bei welchem Max Joseph persönlich half, dem Tode einen jungen Menschen entrissen, der gerade für eine Reihe von besonderen Interessen und Bestrebungen dieses Fürsten von epochemachender Bedeutung werden sollte.

Am heutigen Tage, an welchem die Naturforschung und die Technik der Welt und im Besonderen Deutschlands ihre Blicke dankbar nach München wenden, von wo ihnen zu Anfang dieses Jahrhunderts so helles und reines Licht erstrahlte, ziemt es uns, nicht blos der Wohlthaten, welche uns der Genius Fraunhofer's, aus dem Dunkel der Armuth zu den lichtesten Höhen menschlicher Vollendung emporsteigend, spendete, sondern auch der Verdienste seines Königs um den damaligen Aufschwung der Mechanik und Optik zu gedenken.

Um ihn hatte sich zu der Zeit, wo er sich in Fraunhofer einen bahnbrechenden optischen Forscher aus den Einsturztrümmern hervorholte, bereits ein Kreis von ausgezeichneten Männern zu sammeln begonnen.

Der rastlos betriebsame, hochgesinnte Utzschneider, welchem Max Joseph auch die besondere Fürsorge für den jungen Fraunhofer ans Herz legte, der geniale Denker, Erfinder und Constructeur Reichenbach, und der geschickte Mechaniker und Uhrmacher Liebherr waren bereits am Werke, den Zustand der industriellen Thätigkeit in Bayern und besonders des edelsten, im höchsten Sinne productiven Gewerbes, nämlich der Präcisionstechnik, welche auch ein Zweig der Kunst und der Wissenschaft ist, mit Max Joseph's thätiger Theilnahme zu heben.

In Süddeutschland hatte die Präcisionstechnik schon viel früher, nämlich im 15. und 16. Jahrhundert, ja, bis in das 17. Jahrhundert hinein eine hohe Blüthe erreicht.

Augsburg, Ulm und andere süddeutsche Städte, vor Allem aber Nürnberg, waren in jenen Jahrhunderten die Stätten weltberühmter Leistungen im Gebiete der Herstellung von feinen Messinstrumenten jeder Art gewesen, wovon ausser der geschichtlichen Tradition auch jetzt noch mehrere historische Sammlungen von Instrumenten merkwürdiges Zeugniss geben.

Unzweifelhaft liegt auf diesem Gebiete menschlichen Schaffens auch nach neueren vergleichenden Erfahrungen eine besondere Begabung des deutschen Volkes vor. Ueberall, wo es sich darum handelt, Maassgebilde von grösstmöglicher Vollkommenheit sowie überhaupt mathematische Idealgebilde in der Welt des Stoffes und der Kräfte trotz aller Gegenwirkungen der letzteren in der reinsten Weise zu verkörpern, überall in diesem Reiche der sogenannten strengen Kunst, die von der schönen Kunst so himmelweit verschieden erscheint und ihr im tiefsten Grunde so

nahe verwandt ist, stehen der Arbeit der Männer und Frauen germanischen Stammes bedentsame geistige Vorzüge zur Seite, während dieser Volksstamm an blosser Geschicklichkeit von anderen Nationen vielleicht übertroffen wird und, wie ich sogleich zur Vermeidung des Vorwurfs nationaler Ueberhebung hinzufügen will, in den schönen Künsten sowie in den Wissenschaften keinesfalls entscheidende Vorzüge vor den anderen besitzt, in den schönen Künsten den Romanen und den Slaven an natürlicher Begabung sogar nachzustehen scheint. Die Vorzüge unseres Stammes auf dem Gebiete der strengen Kunst wurzeln aber wesentlich in der Verbindung seiner grossen Geduld und Ausdauer mit der Kraft und Nüchternheit seines Wahrheitssinnes und seiner Kritik, und kaum ein leuchtenderes und vollendeteres Beispiel hierfür giebt es, als Josef Fraunhofer's Wirksamkeit in der Mechanik und Optik.

Kurz vor der Zeit Reichenbach's und Fraunhofer's, nämlich in der letzten Hälfte des 18. Jahrhunderts, war in einem der alten Mittelpunkte der deutschen Technik, in Augsburg, durch den ausgezeichneten Mechaniker Brander an die alten Ueberlieferungen sinnreicher und kritischer Arbeit bereits wieder angeknüpft worden, aber seine Erfolge wurden durch die leitende Stellung eingeschränkt, welche inzwischen seit dem im Beginne des 17. Jahrhunderts eingetretenen Niedergange deutschen Gewerbefleisses und Wohlstandes England besonders in der optischen Kunst errungen hatte.

In den ersten Jahren des 17. Jahrhunderts war in den Niederlanden das Fernrohr erfunden worden. In Italien hatte dasselbe in den Händen Galilei's die ersten glänzenden Anwendungen gefunden, jedoch erst unser Kepler hatte für dies neue Werkzeug des Geistes diejenige Gestalt erdacht, welche die späteren grossartigen Vervollkommnungen desselben ermöglichte.

Aber in demselben Zeitpunkte hatte jener Niedergang Deutschlands begonnen, welcher uns von einer wirksamen Betheiligung an dieser Vervollkommnung des Fernrohres für lange Zeit ausschloss. Italienischen und niederländischen Forschern und Gelehrten waren im weiteren Verlaufe des 17. Jahrhunderts die bedeutendsten optischen Leistungen zu verdanken.

Nur eine einzige deutsche Culturstätte, die Stadt Danzig, welche, von slavischen Ländern umgeben, von den Gräueln des dreissigjährigen Krieges verhältnissmässig wenig angetastet worden war, betheiligte sich durch ihren ausgezeichneten Bürgermeister Hevel (Heveleke) in glänzender Weise an der Entwicklung der Leistungen des Fernrohres in der von Kepler erdachten Gestalt. Zunächst war die Vervollkommnung dieser Leistungen lediglich auf eine Steigerung der Länge des Fernrohres angewiesen, und zwar hauptsächlich deshalb, weil nur bei Glaslinsen von sehr grosser Brennweite die bei jeder Lichtbrechung eintretende Zerlegung des Lichtes in verschiedenfarbige Elemente hinreichend geringen störenden Einfluss auf die Deutlichkeit der Abbildungen hatte, um die Anwendung stärkerer Vergrösserungen zu ermöglichen.

So kam es, dass Campani in Italien, Huyghens in den Niederlanden und Hevel in Danzig mit Fernrohren arbeiten mussten, deren einige mehr als hundert Fuss Länge hatten, nur von hohen Balkonen aus mit Systemen von Takelwerk regierbar. Die Unvollkommenheiten und Schwierigkeiten dieses Zustandes, welche besonders nach Newton's optischen Entdeckungen und Experimenten über die Zerlegung des Lichtes in eine grosse Reihe verschiedener Farbentöne in der wissenschaftlichen Welt schärfer zum Bewusstsein kamen, veranlassten, in Verbindung mit Newton's aus einem verfehlten Experimente stammender Ansicht über die Un-



möglichkeit einer gründlichen Abhilfe jener Unvollkommenheiten, einen Stillstand in der weiteren Entwicklung des Linsen-Fernrohres und brachten von England aus das Hohlspiegel-Fernrohr, bei welchem keine Farbenzertreuung stattfindet, in den Vordergrund.

Von da ab stand England mehr als ein Jahrhundert lang an der Spitze der optischen Leistungen und ist es bis in die neueste Zeit im Gebiete der Herstellung grosser Spiegel-Fernrohre geblieben, zu deren Vervollkommnung gegen Ende des vorigen Jahrhunderts Wilhelm Herschel Entscheidendes beigetragen hatte. Aber auch für das Linsen-Fernrohr brachten die Leistungen englischer Optiker gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts einen bedeutsamen Fortschritt zu Wege. Es war insbesondere Dollond, welcher, angeregt durch Euler's mathematische Forschung über die Farbenzerstreuung und durch den Hinweis auf die geringe Farbenzerstreuung in dem Brechungs-System des menschlichen Auges, es unternahm, durch Verbindung je einer Sammel- und Zerstreuungs-Linse aus verschiedenem Glasmaterial möglichst vollkommene und farbenreine Bilder zu erzeugen und dadurch den Irrthum Newton's entscheidend zu widerlegen.

Die hierdurch erreichte wesentliche Verbesserung des Linsen-Fernrohres, welches sich im Allgemeinen in Messinstrumente der verschiedensten Art viel günstiger einfügt als das Hohlspiegel-Fernrohr, gab im 18. Jahrhundert der ganzen Präcisionstechnik Englands das vorerwähnte grosse Uebergewicht.

Fraunhofer war es, der das seit Kepler's Zeit von Deutschland Versäumte mit gewaltigem Aufschwunge wieder einbrachte. Mit ganz demselben Scharfblicke, mit welchem Kepler den, einer gründlichen theoretischen Erfassung noch entbehrenden, unentwickelten Charakter des von Galilei zuerst nach dem Himmel gerichteten Fernrohres erkannte und an die Stelle desselben eine auf tiefere Erwägung des Problems begründete Einrichtung setzte, erfasste auch Fraunhofer das Problem der weiteren Verbesserung des Fernrohres hinsichtlich der Uebel der Farbenzerstreuung und der entsprechenden Lichtvergeudung in fundamentalster Weise.

Nachdem Utzschneider und Reichenbach den zwanzigjährigen Jüngling in das von ihnen, mit regster Förderung von Seiten Max Josephs, begründete optisch-mechanische Institut aufgenommen hatten, eröffnete Fraunhofer sofort jene Reihe feinster und fruchtbarster Experimente über alle Probleme der praktischen Optik, welche nach 19 Jahren unermüdlicher Arbeit und unvergleichlicher Erfolge nur durch seinen Tod beendet wurden.

Damit beginnend, die Werkzeuge und das Material der praktischen Optik zu prüfen und sehr bald in entscheidendster Weise zu verbessern, wurde er durch eine kritische Solidität und Folgerichtigkeit, die trotz der schlichten und knappen Sprache seiner Veröffentlichungen auf's Eindrucksvollste hervortritt, in die Grundfragen der Lichttheorie hineingezogen, um dort festen Boden für die Berechnung und Herstellung solcher Linsensysteme zu gewinnen, welche das empfangene Licht mit dem geringsten Verlust und mit der günstigsten Gesammtwirkung der Netzhaut des Auges zuzuführen vermöchten. — In seinen Darlegungen über diese Forschungen erkennt man überall, dass er die tiefe Bedeutung ahnte, welche seine zum grössten Theile völlig neuen Wahrnehmungen auch für viele andere Probleme der Forschung ausserhalb der praktischen Optik hatten, aber er fühlte sich durch seine nächsten und dringlichsten Aufgaben verpflichtet, in der Verfolgung dieser herrlichen Ausblicke Maass zu halten und beschränkte sich also darauf, die Physiker auf dieselben hinzuweisen.

Die Vervollkommnung des Linsen-Fernrohres durch einen Forscher und Künstler, welcher auf dem Wege zu diesem praktischen Ziele so mächtig in die Tiefen und Höhen des ganzen Forschungsgebietes drang, wie es der Herr Vorredner geschildert hat, musste natürlich von nachhaltigster Wirkung sein.

Noch ein halbes Jahrhundert nach Fraunhofer's Tode galt die von ihm emporgebrachte optische Werkstatt in der ganzen wissenschaftlichen Welt als die vornehmste und leistungsfähigste, und, was noch mehr ist, die gesammte Technik des Linsen-Fernrohres auch in den übrigen Werkstätten aller Länder arbeitete im Wesentlichen mit Fraunhofer's Mitteln und nach seinen Vorschriften.

Es ist aber dabei nicht bloss das Münchener Fernrohr in allen Theilen der Erde zu hohem Ansehen gelangt, so dass es fast auf allen Sternwarten der Erde in stattlichen Exemplaren vertreten ist, sondern die gesammte mechanische und optische Kunst Deutschlands hat durch Fraunhofer's Arbeiten einen neuen Aufschwung erfahren, dessen segensvolle Wirkungen noch fortdauern, so dass ganz Deutschland am heutigen Tage vollen Anlass hat, nicht bloss den ausserordentlichen Mann zu preisen, dessen Geisteskraft das gemeinsame Besitzthum der Menschheit an Einsicht und Macht gemehrt hat, sondern auch das Gedenken an einen Wohlthäter im besonderen Sinne zu feiern.

Wenden wir nun aber noch im Geiste Fraunhofer's einen Blick in die Zukunft und fragen wir, wie es mit der weiteren Entwicklung des von ihm mit so grosser Hingebung vervollkommneten Werkzeuges unserer Erkenntniss bestellt ist, so müssen wir auf den ersten Blick bekennen, dass die gesammte optische Kunst in dem frohen Besitze der Fraunhofer'schen Errungenschaften zu lange Zeit gesäumt hat, in demselben Geiste unablässigen systematischen Experimentes und strenger Gedankenentwicklung an der weiteren Erforschung und Verwirklichung der Grundbedingungen noch höherer Leistungen zu arbeiten.

Man ist den Schwierigkeiten, die sich weiteren Verfeinerungen und Verstärkungen der Fernrohrleistungen auf dem Wege folgerichtiger Experimente, insbesondere hinsichtlich der Aufsuchung noch geeigneteren Glasmaterials und noch vollständigerer Ausnützung aller Lichtwirkungen entgegenstellten, lange Zeit hindurch ausgewichen und hat eine blosse Steigerung der Fernrohrwirkungen in ähnlicher Weise durch blosse Vergrösserung der Dimensionen erstrebt, wie das 17. Jahrhundert durch Herstellung von 100 Fuss langen Fernrohren den damals unüberwindlich scheinenden Schwierigkeiten der Farbenzerstreuung aus dem Wege ging.

Die aus Fraunhofer's Arbeiten hervorgegangene optische Werkstatt in München hat sich dieser einseitigen Entwicklung nur bis zu einer gewissen Grenze angeschlossen, aber in England und Amerika sind ausgezeichnete Optiker bis in die neueste Zeit hinein in jener Richtung auf die Steigerung der Dimensionen der Fernrohre immer weiter gegangen, und man muss zugestehen, dass dadurch viele höchst ansehnliche Forschungsergebnisse erzielt worden sind.

Auf den Wegen aber, die Fraunhofer selbst entweder bereits mit Erfolg eingeschlagen oder von deren versuchsweiser Beschreitung er belehrende Kunde hinterlassen hat, ist sicherlich noch viel mehr an Reichthum und Feinheit der Lichtwirkung und an entsprechender Kraft des Eindringens in die Tiefen der Welterscheinung zu gewinnen.

Insbesondere nachdem die Photographie gerade auf astronomischem Gebiete die Möglichkeit eröffnet hat, die Wirkung einer Vergrösserung der Lichtmenge zu ersetzen und sogar unter Erreichung noch anderer Vortheile zu ersetzen durch

die blosse Verlängerung der Dauer der Einwirkung einer kleineren Lichtmenge, hat eine weitere Vervollkommnung der Sauberkeit und Genauigkeit der Führung und Anordnung geringerer Lichtmengen zu scharfbegrenzter Bilderzeugung eine grössere Bedeutung nach vielen Seiten hin erlangt, als eine blosse Steigerung der Lichtfülle, wenn diese Steigerung, wie es bei den Kolossal-Fernrohren auch in Folge der atmosphärischen Störungen eintritt, eher mit einer Verminderung als mit einer Vermehrung der Sicherheit und Feinheit in der Bilderzeugung verbunden ist.

Die deutsche Wissenschaft und Technik hat nicht daran gezweifelt, auf welche Seite sie sich in dieser Frage zu stellen hat, aber sie hatte es bisher ebensowenig wie die optische Forschung und Praxis anderer Länder (unter denen seit Fraunhofer nur England unter Anregung von Stokes einen Anlauf zu tieferen Untersuchungen dieser Art genommen hatte) vermocht, erhebliche Vervollkommnungen des optischen Materials über Fraunhofer's Leistungen hinaus zu erreichen, weil dies über die Kräfte und Mittel einzelner Forscher und einzelner Werkstätten weit hinausging, denn jeder neue erhebliche Fortschritt auf diesen Gebieten verlangt viel umfassendere Arbeiten, als die vorangegangene Entwicklungsstufe erfordert hat.

An dem heutigen Erinnerungstage aber dürfen wir dessen froh werden, dass seit einigen Jahren im echten Geiste Fraunhofer's und seiner Epoche durch zwei treffliche Männer in Jena unter erleuchtetem Beistande unserer Staatsregierung eine neue Stätte optischer Forschung und optischen Experimentes im Grossen entstanden ist, von welcher wir alle mit Zuversicht einen erneuten Aufschwung der optischen Kunst erwarten. Zugleich ist ja am heutigen Gedenktage eines Meisters derjenigen Kunst, in welcher die Arbeit des deutschen Volkes Ausserordentliches zu leisten vermag, unsere Hoffnung der Erfüllung nahe, dass das deutsche Reich fernerhin das Schicksal des Gedeihens dieser Arbeit nicht stossweise wirkenden, nur in säcularen Zeiträumen wiederkehrenden Ermannungen und Zusammenfassungen von Kräften überlassen, sondern für die Begründung und stetige Erhaltung eines, Kraft und Leben bis in die kleinste Werkstatt ausstrahlenden Vereinigungspunktes solcher experimentellen Forschungen und solcher Maassbestimmungen Sorge tragen wird, welche nicht bloss für die optische Kunst, sondern auf den mannigfaltigsten Gebieten der Mechanik, des Ingenieurwesens, sowie der industriellen und Maschinentechnik für gediegene Arbeit und entsprechendes wirthschaftliches Gedeihen Aller unumgänglich sind und des organisirenden Betriebes schon lange dringend bedürfen.

Dass dieser neuen Gestaltung auch der Segen der entscheidenden Mitarbeit genialer Männer nicht fehlen wird, dafür bürgt uns ein Blick in die Geschichte, ein Blick auf Männer der Vergangenheit, wie Fraunhofer, und auf Männer der Gegenwart, welche diesem würdig zur Seite gestellt werden können.“

Hierauf folgte der Gesang der folgenden für das Fest gedichteten Ode:

Rauh, wie des Bergstroms wilddurchbraustes Felsbett,
War Deine Jugend, Mühe nur und Arbeit,
Aber Dein Genius bahnte Dir die Pfade
Ewigen Ruhmes.

Fest auf der Praxis ehrnem Fundamente
Hast Du des Lichtes Theorie gegründet,
Bis in die fernsten Lande trugst den Ruf Du
Deutscher Mechanik.



Nachdem das Lied verklungen war, erhob sich der Vorsitzende der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik Herr R. Fuess zu einer Mittheilung über die Begründung einer nach Fraunhofer genannten Stiftung zur Unterstützung junger Mechaniker und Optiker. Anschliessend an den letzten Vers des eben gesungenen Liedes richtete der Redner folgende Worte an die Festtheilnehmer:

Hochverehrte Versammlung!

„Das soeben gehörte Lied und die beredten Worte meiner Herren Vorredner haben uns das Leben und die Bedeutung des grossen Mannes, dessen Gedächtniss wir heute feiern, in lichtvoller Darstellung vorgeführt. Stolz, Verehrung und Freude erfüllt die Herzen von uns deutschen Mechanikern bei dem Gedanken — Fraunhofer war einer der Unsrigen!

Durch heisses Ringen mit der Noth des Lebens, durch harten Kampf mit den Schwierigkeiten der Technik drang er zum Gipfel der Vollendung. Dass er in diesem Streben seine Kraft verzehrt, sein Leben geopfert, um der Nachwelt die Früchte seines Schaffens in vollendeter Schönheit hinterlassen zu können, das erfüllt uns wohl mit Wehmuth, aber es sei für uns auch ein Sporn, ihm nach und immer nach zu streben.

Welch ein Vorbild für uns und spätere Geschlechter! — Viele talentvolle Mechaniker des In- und Auslandes sind seither, und insbesondere in den ersten Jahrzehnten nach Fraunhofer's Tode, bestrebt gewesen, dem grossen Meister nachzufolgen und haben auf den von ihm geschaffenen Grundlagen erfolgreich weiter gearbeitet. Und wie Viele mögen jetzt, angesichts des mächtigen Fortschrittes, den die praktische Optik — für uns die höchste Stufe mechanischer Kunst — in der jüngsten Zeit errungen, und dessen Bedeutung uns mein Herr Vorredner in so beredter Weise geschildert hat, wie Viele werden auf dem neu gewonnenen Fundamente den Kampf mit dem spröden Elemente fortzuführen und seine geheimnissvollen Wunder weiter zu entschleiern suchen!

Wenn wir nun auf unsere heranwachsende Jugend blicken, so hoffen wir zuversichtlich, dass sich bald eine Schaar zusammenfinden wird, die talentvoll veranlagt und in dem Hinblick auf die grossen Vorbilder von regem Eifer erfüllt, ihre Kraft unserem edlen Berufe widmen möchte! — Werden aber die Kräfte und die Mittel manches Einzelnen unter dieser Schaar ausreichen? — Wird der Eifer nicht erlahmen und der Ernst, den keine Mühe bleichen sollte, Stand halten in dem Kampfe, den der Genius Fraunhofer's siegreich bestand? Wer reicht dem Verzagenden die hilfreiche Hand in dem entscheidenden Augenblicke, wo es sich vielleicht darum handelt, ein emporstrebendes Talent in seiner richtigen Laufbahn zu erhalten und dem Lichte wieder zuzuführen?

Ein wunderbarer Zufall rettete einst den armen Glaserlehrling vom Tode und ein Geschenk von 18 Dukaten legte den Grund zu seiner späteren Grösse. Der Name Fraunhofer mag darum auch eine Stiftung zieren, deren Begründung auf Anregung von Mitgliedern der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik am heutigen Tage stattfinden und deren Aufgabe es sein soll, die helfende Hand dem strebsamen aber mittellosen Jünger der Kunst darzureichen. Aus den Mitteln der Fraunhofer-Stiftung sollen jungen Optikern und Mechanikern in ganz Deutschland Beihilfen zur weiteren theoretischen und praktischen Ausbildung gewährt werden.

Für beide Zwecke stehen den jungen Männern heute ganz andere Wege offen als zur Zeit Fraunhofers. Für die praktische Ausbildung bieten sich zahlreiche wohleingerichtete und gut geleitete Lehrwerkstätten dar, in welchen die Methoden zur Herstellung der genauen Gestalt von optischen Körpern, sowie die Mittel zur allseitigen Prüfung derselben eine früher nicht geahnte Ausbildung und Verfeinerung erfahren haben. Gelingt es doch mit Hilfe dieser Messmittel, deren Ursprung theilweise noch auf Fraunhofer zurückzuführen ist, die Abweichung in der Gestalt von optischen Kugel- oder Planflächen bis auf das Hunderttausendtel eines Millimeters erkennen zu lassen. Und diese Apparate, deren sinnreiche Construction sonst als technisches Fabrikgeheimniss sorgsam gehütet wurde, sind jetzt allgemein bekannt. Die theoretische Ausbildung wird durch die ausgezeichneten Leistungen unserer Lehranstalten wesentlich gefördert. — Der Hochherzigkeit und Bereitwilligkeit der Berliner Stadtverwaltung verdanken wir sogar eine eigene Fachschule für junge Mechaniker und Optiker, welche in Verbindung mit der hiesigen Handwerkerschule seit nahezu zwei Jahren besteht und für deren Begründung es mir eine Freude und Herzensbedürfniss ist, den städtischen Behörden an dieser Stelle Dank sagen zu können. Wir hoffen, dass ähnliche Lehranstalten sehr bald auch an anderen Mittelpunkten der deutschen Mechanik erstehen werden.

Die Fraunhofer-Stiftung soll nun dazu dienen, den unbemittelten strebsamen jungen Leuten einerseits die Thätigkeit in hervorragenden Werkstätten des In- und Auslandes, anderseits den Besuch von Lehranstalten der erwähnten Art zu ermöglichen. — Die Verwaltung der Stiftung wird in den Händen einer Vereinigung hervorragender Mechaniker aus den verschiedensten Theilen des Reiches ruhen, sodass ihr allgemeiner nationaler Charakter deutlich hervortreten soll.

Bei vorläufigen Anfragen in engeren Kreisen von Fachgenossen und Freunden unserer Kunst fand der Gedanke der Stiftung überaus freundliche Aufnahme; es ist bereits ein Kapitalstock von bald 11 000 Mark gesammelt und daneben sind noch laufende Jahresbeiträge von rund 400 Mark gezeichnet worden.

Es drängt sich uns die Frage auf: Wird der Gedanke der Stiftung Wurzel fassen im Gemüthe weiterer Kreise? Wird auf dem Grundstein, der durch eine Reihe hochherziger Männer nun bereits gelegt ist, sich alsbald ein stolzer Bau erheben? Hochverehrte Anwesende! Im Hinblick auf diese Männer und auf Ihre zahlreiche Betheiligung an unserem Feste, für welche ich im Namen der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik Ihnen unseren tiefgefühltesten Dank sage, darf ich wohl mit freudiger Zuversicht diese Frage mit Ja beantworten.“

Die erhebende Feier schloss nach dieser Rede stimmungsvoll mit Vorführung der unsterblichen Beethoven'schen Composition:

„Die Himmel rühmen des Ewigen Ehre!“

Ueber eine neue Form von Photometern.

Von
Dr. W. Grosse in Vegesack (Bremen).

Das Bedürfniss der Technik nach einem brauchbaren, handlichen und nicht zu kostspieligen Photometer wird immer dringender, je heisser der Kampf zwischen den verschiedenen Beleuchtungs-Arten und -Systemen entbrennt. Es hat aber den Anschein, als ob dasselbe sehr schwer zu befriedigen sei. Gerade diejenigen Photometer, welche auf den strengsten wissenschaftlichen Principien basiren und eine recht handliche Form bieten, die Polarisationsphotometer, deren es bereits mehrere recht gute und nicht so sehr theure giebt, haben in der Praxis wenig Freunde gefunden. Die Fachleute für Gas- und elektrische Beleuchtung messen vielmehr fast ausschliesslich mit dem Bunsen'schen Photometer oder Modificationen desselben und selbst bei grösseren wissenschaftlichen Unternehmungen hat man dasselbe vielfach angewandt, obwohl man dessen Nachtheile kannte und die Unbequemlichkeit würdigte, welche durch das Erforderniss grösserer Räumlichkeiten herbeigeführt wurde. Die erstere Thatsache findet ihren Grund wohl hauptsächlich darin, dass dies Photometer einmal vorhanden oder sehr leicht zu beschaffen ist, andrerseits aber auch in der Einfachheit und Klarheit des demselben zu Grunde liegenden Principes, welches selbst dem Laien Verständniss und die Möglichkeit sichert, leicht die Resultate selbst zu finden; die zweite dagegen wohl mehr darin, dass man eben für die Praxis arbeitete und nicht von in der Praxis üblichen principiell abweichende Methoden zur Anwendung bringen wollte, zumal sich die wesentlichsten Uebelstände der Methode bei der entsprechend grösseren Anlage durch Zwischenschaltung von vermittelnden Lichtquellen vermeiden liessen. Freilich wird sich auch zeigen, dass die bisherigen Polarisationsphotometer noch recht complicirt sind und eine subtile Behandlung, wie sie nur ein geübter Fachmann leisten können wird, erfordern. Da jedoch den Hauptbestandtheil derselben Prismen aus Kalkspath bilden, die immer handliche Constructionen gestatten, da ferner die Theorie dieser Prismen ziemlich vollkommen ausgebildet ist und jeder gute Optiker allen Anforderungen an dieselben Genüge leisten kann, so steht zu hoffen, dass es mit der Zeit dieser Art von Photometern gelingen wird, sich auch unter den Technikern mehr Freunde zu erwerben, als es bisher der Fall war. Ich setze dann allerdings voraus, dass alle Rechnung fortfällt, und dass jedem Apparat mit möglichst nur einer Constante eine Tabelle beigegeben ist, aus der sich der zu jedem Drehungswinkel gehörige Werth in Lichteinheiten sofort ablesen lässt. Die von mir in dieser Richtung begonnenen, aber noch nicht abgeschlossenen Versuche und Rechnungen lassen das Beste hoffen. Für wissenschaftliche Untersuchungen freilich würde sich der Apparat complicirter gestalten. Da kommt es ja auch meistens auf etwas Anderes an als auf die Aufsuchung der Beleuchtungsstärke oder des Verhältnisses der Leuchtkraft zweier Flammen. Und da der Einfluss aller einschlägigen Factoren hier jedenfalls gewissenhaft gemessen und erwogen werden muss, wird an und für sich der Gang der Untersuchung ein schwerfälligerer sein können, und die Apparate werden constructiv subtiler und mechanisch complicirter sein müssen. Wollte man alle Nebentheile, die hier erforderlich werden, entweder, um die Genauigkeit zu erhöhen oder um eine grössere Vielseitigkeit der Anwendung, vielleicht zu Absorptions- oder spectrophotometrischen Untersuchungen, zu sichern, in einem wesentlich für die Praxis berechneten Apparate beibehalten, so würde das immer unpraktisch, hier aber geradezu tadelnswerth sein, weil zwei Umstände eine grössere Genauigkeit photometrischer

Untersuchungen unmöglich machen. Der erste, immer giltige, wird dadurch involvirt, dass die letzte Instanz das Auge sein wird; der zweite, in der Praxis besonders schwerwiegende, beruht in der theoretischen Unmöglichkeit, Licht verschiedener Färbung überhaupt physiologisch zu vergleichen. Wir werden sehen, wie wir die dadurch bedingten und einer objectiven Beurtheilung sich entziehenden Fehler verringern können. Ganz aus der Welt zu schaffen sind sie nicht und schon allein der Umstand, dass schliesslich das Auge sein Urtheil abgiebt, macht Messungen von mehr als auf etwa 1% Genauigkeit objectiv unmöglich. Dies muss bei der Construction von Photometern für die Technik erwogen werden.

Was sonst noch zum Verständniss des Folgenden erforderlich ist, wird in einer kurzen, sachlichen Uebersicht über die wichtigsten Methoden und Principien der Photometrie hervortreten. Auch wird sich darin der Zusammenhang zwischen Versuch und Rechnung skizziren lassen, der zumal für das Verständniss der Polarisationsphotometer von Werth sein dürfte. — Eine nicht ganz vollständige Uebersicht über die verschiedenen Methoden und Arten der bisherigen Apparate giebt Dr. W. Möller[1]), eine vollständigere, wenn auch nicht so gut gruppirt, findet sich in dem bereits in dieser Zeitschrift (1886, S. 289) besprochenen und auch bei diesem Aufsatze oft benutzten Werke von Dr. H. Krüss: „Die elektrotechnische Photometrie" (Elektrotechn. Bibliothek von Hartleben Bd. 32). Dem Wesen nach verschieden sind von allen anderen die Photometer von Stevenson, Hähnlein, Simonoff und Weber. Diese wollen nicht messen, wie viel Lichteinheiten an Stelle der zu prüfenden Lichtquelle gesetzt werden müssen, um eine beleuchtete Fläche gleich hell erscheinen zu lassen, sondern wieviele nöthig sind, um irgend welche Objecte, wie Schriftzeichen, Liniensysteme und dergleichen in beiden Fällen gleich wahrnehmbar zu machen. Im ersten Falle wird die Flächenhelligkeit, im zweiten die den Objecten verliehene Erkennbarkeit oder der Beleuchtungswerth gemessen. Dieser Ausdruck stammt von Siemens, ebenso wie der Ausspruch: „Ein richtiges Photometer sollte verschiedenartiges Licht dann als gleich angeben, wenn es uns in gleicher Weise entfernte Objecte erkennbar macht", durch welchen dieser Methode besonders der Technik gegenüber grosser Vorschub geleistet wird, da diese ja mit der ganzen künstlichen Beleuchtung den Zweck verfolgt, uns die Gegenstände leicht und möglichst im Detail erkennbar zu machen. Versuche in dieser Richtung sind uns, ausser den von L. Weber[2]) veröffentlichten, nicht bekannt.

Wir würden es für einen grossen Fortschritt halten, wenn es gelänge, die Anwendung der so einfachen Formel von Macé de Lépinay[3]): $J = kR$ oder der von Weber: $B = kJ$, für die Praxis zu sichern, welche den rechnungsmässigen Zusammenhang herzustellen bestrebt sind zwischen der Gesammthelligkeit J bezw. dem Beleuchtungswerth B und der Helligkeit eines monochromatischen Farbencomplexes der Flamme und zwar mittels eines physiologisch beeinflussten Coefficienten k, der aus möglichst vielen Versuchen zu bestimmen ist. Dadurch würde der Fehler eliminirt werden, den die relative Messung ungleich gefärbter Lichtquellen mit sich bringt. Die Wissenschaft vergleicht dieselben, indem sie Spectra von ihnen entwirft, an möglichst vielen entsprechenden Stellen derselben vergleichende Messungen macht, die erhaltenen Werthe graphisch aufzeichnet und den Inhalt der erhaltenen Flächen als Maass der Helligkeit nimmt. Crova machte nun zuerst darauf aufmerksam, dass für jede zwei Spectra eine Wellenlänge existiren müsse, für die das Verhältniss

[1]) Elektr. Zeitschrift. 5. S. 370. — [2]) A. a. O. S. 167. — [3]) A. a. O. S. 168.

der Intensität der entsprechenden Farben zugleich das der Gesammthelligkeit sein würde. Leider ist, um diese Wellenlänge zu bestimmen, wenigstens einmal eine photometrische Totalvergleichung der beiden verschieden gefärbten Lichtquellen erforderlich. Ausserdem ist dieser sogenannte neutrale Punkt im Spectrum für jedes Licht von anderer Gesammthelligkeit von Neuem zu bestimmen, da sich die Vertheilung des Lichtes im Spectrum mit Aenderung der Helligkeit ebenfalls geändert haben wird. So wird auch dieser Versuch, die Schwierigkeit der Messung ungleichfarbiger Lichtquellen[1]) zu vermeiden, in der Praxis unbrauchbar, ausser da, wo man es nur mit Prüfung von Lampen desselben Modelles, also annähernd derselben Helligkeit, zu thun hat und es möge daher hinzugefügt sein, dass nach Crova das neutrale Licht erhalten wird, wenn es durch Eisenchlorid und Nickelchlorür in bestimmtem Verhältniss gemischt hindurchgegangen ist. Die Anwendung der gewöhnlichen gefärbten Gläser zur Erhaltung monochromatischen Lichtes hat man möglichst zu vermeiden wegen der in ihnen stattfindenden auswählenden Absorption. Will man nach der von Weber angegebenen Methode arbeiten, so könnte jedes einfache Photometer wohl daraufhin modificirt werden. Wir werden im Folgenden nur die Methode der Flächenhelligkeit zu Grunde legen.

Für Lichtmessungen besitzen wir nicht ein den übrigen physikalischen analoges Maass, da die Theorie noch nicht soweit ausgebildet ist, dass nach einer aus der kinetischen Energie des Aethers abgeleiteten absoluten Einheit gemessen werden kann. Vielmehr hat man das Empfindungsvermögen des Auges als letzten Richter in diesen Fragen anzusehen. Wäre dieses ein vollkommener optischer oder physiologischer Apparat, so liesse sich wohl denken, wie das Auge selbst als Photometer wirken könnte. So hat Lambert Versuche angestellt, nach welchen mit Abnahme der Lichtstärke die Grösse der Pupillenöffnung von 2,4 mm bis 6,8 mm Durchmesser oder von 4,5 qcm bis 36,3 qcm Flächeninhalt zunimmt. Da es aber bisher nicht gelungen ist, diese Aenderung durch eine mathematische Formel auszudrücken, was auch wohl kaum jemals in befriedigendem Maasse gelingen wird, so kann in dieser Weise das Auge selbst nicht als Photometer benutzt werden. Es liesse sich aber noch ein anderer Weg denken, die Empfindung direct zu einem Urtheil über die Lichtstärke zu benutzen, wenn es nämlich gelänge, das psychophysische, zuerst von Fechner begründete Gesetz, mathematisch so zu formuliren, dass darin die Grösse des Empfindungszuwachses als Function des Reizzuwachses, der durch die constante Unterschiedsempfindlichkeit sich bestimmen liesse, ausgedrückt erschiene. Dies sind indessen heute alles noch Probleme, die praktisch erst gelöst werden müssten, ehe daran gedacht werden könnte, photometrische Methoden darauf zu gründen. Zeigen doch selbst die Messungen der Unterschiedsempfindlichkeit grosse Differenzen[2]) (nach Bouguer $^1/_{64}$, nach Volkmann $^1/_{100}$, nach v. Helmholtz $^1/_{167}$). Aubert entdeckte sogar, wodurch das fragliche Gesetz noch mehr complicirt werden würde, eine Abnahme der Empfindlichkeit mit Abnahme der Helligkeit (vgl. Lippich), und Fechner suchte dieselbe zu erklären.

---

[1]) Besonders interessant sind auch die, besondere Fehlerquellen bildenden, pseudophotoskopischen Erscheinungen, welche von L. Weber, Purkinje, Macé de Lépinay und Nicati untersucht wurden. — [2]) Vgl. Lippich: Ueber polaristrobometr. Methoden. Aus dem XCI Bd. der Sitzungsberichte der Kaiserl. Akad. d. Wissensch. II. Abth., Maiheft. 1885. S. 1093. (35), wo auch ein Apparat zur Messung der Unterschiedsempfindlichkeit vorgeschlagen wird.

Bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft kann somit das Auge selbst nicht unmittelbar zur Bestimmung des Maasses der Intensitätsdifferenz zweier verschiedener Lichtquellen verwandt werden, sondern nur mittelbar zur Beurtheilung vollkommener oder unvollkommener Gleichheit der Intensität. Hat man zwei verschieden starke Lichtquellen mit einander zu vergleichen, so muss man zu dem Mittel greifen, die Intensität der stärkeren in gewisser rechnungsmässig in Betracht zu ziehender Weise so lange abzuschwächen, bis die Gleichheit mit der anderen hergestellt ist, und erst der Grad der erforderlichen Abschwächung giebt das Maass für die Intensitätsdifferenz beider ab. Meistens zieht man vor, statt der directen Vergleichung der Lichtquellen selbst deren Beleuchtungseffect auf bestrahlte Flächen dem Auge als Beobachtungsobject darzubieten und in diesem Falle würde also ein Photometer die Aufgabe haben, die von zwei zu vergleichenden Lichtquellen beleuchteten Flächen dem Auge so darzubieten, dass demselben, nachdem auf rechnungsmässig controlirbarem Wege die Gleichheit der Flächenhelligkeit erlangt ist, die Beurtheilung der Gleichheit, welche während des Versuches in einem Durchgangsmoment eintreten wird, leicht fällt und so ein etwaiges physiologisches Fehlermoment das Resultat möglichst wenig beeinflusst. Nicht in allen Photometern jedoch werden die Lichtquellen ersetzt durch leuchtende Flächen, auf die sie in gleicher Weise wirken; in den älteren Instrumenten ist eine directe Vergleichung üblich, wobei die stärkere Quelle durch zwischengeschaltete Abschwächungsmittel, lichtabsorbirende Schirme und dergl. auf die Intensität der schwächeren herabgestimmt wird. Die Abhandlung A. Crova's[1]) „Ueber die Anwendung lichtzerstreuender Schirme in der Photometrie" ist jedenfalls für den Optiker wichtig, da nicht jede Sorte Papieres oder mattgeschliffenen Glases sich hierzu eignet. Auch giebt Crova Merkmale dafür, dass ein Schirm lediglich diffuses und kein directes Licht ausstrahlt. Stärkeplatten scheinen von ihm vorgezogen zu werden; doch erfordern sie sorgfältige Herstellung.

Damit dem Auge die Beurtheilung der Gleichheit unter möglichst günstigen Verhältnissen dargeboten wird, muss es die zu vergleichenden Objecte, bestrahlte Flächen oder Lichtquellen, selbst mindestens gleichzeitig und unmittelbar nebeneinander übersehen können. In den Polarisationsphotometern sind die zu beurtheilenden Flächen gewöhnlich durch die Kanten eines oder zweier totalreflectirender Glasprismen scharf getrennt, was sich als besonders bequem erweist. Die Gleichheit der Flächenhelligkeit, welche allein das Auge zu beurtheilen hat, kann nun auf mancherlei Weise so erreicht werden, dass die Grösse der Schwächung des Lichtes — denn um eine solche handelt es sich stets — in Rechnung gebracht werden kann. Die physikalischen Gesetze, auf denen die Rechnung basirt, können hier nur kurz angedeutet werden. Einzelne Schwächungsmittel sind nicht wesentliche Theile der Apparate, sondern nur Hilfsmittel, so namentlich die Anwendung von Dispersionslinsen, Rauchgläsern, rotirenden Scheiben, Drahtnetzen, veränderlichen Spalten u. s. w. Das Gesetz, auf welchem die Construction der ältesten Photometer beruht, ist das, dass die Intensität einer leuchtenden Quelle in demselben Maasse abnimmt, wie das Quadrat der Zahl zunimmt, welche die Entfernung ausdrückt. Sind demnach zwei Flächen gleich beleuchtet und ihre Entfernungen von den Flammen J und J' bzw. d und d', so ist $J : J' = d^2 : d'^2$. Eine Flamme, welche in dreifacher Entfernung eine Fläche ebenso beleuchtet, wie eine zweite in einfacher, ist neunmal so intensiv, als diese. Für sehr starke Lichtquellen wird die Anwendung dieser

[1]) Ann. de chim. et phys. VI. 6. S. 342. Ref. in dieser Zeitschr. 1886. S. 143.

Methode nicht nur unbequem, sondern auch ungenau wegen des Einflusses der Absorption in der Luft, die schneller zunimmt, als die Entfernungen wachsen. Das Bunsen'sche Photometer beruht auf diesem Gesetz, ebenso z. B. das in England viel gebrauchte Rumford'sche[1]). Bei diesem würde allerdings streng genommen ein zweites Gesetz bei Verschiebung der stärkeren Lichtquelle in Rechnung gezogen werden müssen. Die Stärke der Bestrahlung einer Fläche hängt nämlich wesentlich ab von dem Winkel der Einstrahlung. Trifft das Licht eine Fläche von bestimmter Grösse oder wird es von einer leuchtenden Fläche von bestimmter Grösse ausgestrahlt, so wird die Beleuchtung um so schwächer, je kleiner der Winkel der Fläche mit den auffallenden bezw. austretenden Strahlen wird. Bezeichnet J die Stärke der Beleuchtung für senkrechtes Ausstrahlen oder Auffallen der Strahlen, und ist α der zugehörige Strahlungswinkel, so ist die thatsächlich unter solchen Umständen stattfindende Stärke der Ein- oder Ausstrahlung gleich $J \cos \alpha$. Die Begründung dieser beiden photometrischen Grundgesetze ist eine sehr einfache und findet sich in jedem Lehrbuche der Physik; zur praktischen Anwendung ist das letztere Gesetz jedoch wenig geeignet. Dieser Umstand hat bald dazu geführt, andere Mittel zur Schwächung des Lichtes oft in Verbindung mit dem ersten Gesetz anzuwenden. Zunächst kann bei starken Quellen durch Anwendung von Linsen (Convexlinsen) das von der stärkeren Quelle kommende Licht in bestimmter Weise zerstreut und über eine grössere Fläche ausgebreitet werden. Die Schwächung wird dann angenähert gemessen durch das Quadrat des Verhältnisses der Entfernungen von Bild und Object. Schwierig würde die Berücksichtigung der durch die Linse selbst verursachten Schwächung sein (Reflexion und Absorption). Von Pfaundler wurde vorgeschlagen und von Guthrie, Napoli und Hammerl[2]) versucht die Anwendung rotirender Scheiben. In diese werden Ausschnitte gemacht und durch vorher berechnete wechselnde Winkelgrösse derselben (vom Mittelpunkte aus gerechnet) oder durch Combination zweier Scheiben mit bestimmten Ausschnittswinkel lässt sich die Grösse der Schwächung in Rechnung ziehen. Die von Hammerl angegebenen Versuchsreihen weisen gute Resultate auf, doch erscheint für die Technik die Anbringung eines besonderen Rotationsmechanismus reichlich umständlich. Es wurde daher die Einschaltung fester, feiner Drahtnetze in den Gang der Strahlen vorgeschlagen, deren Schwächungscoefficient mit dem Mikroskop bestimmt wird. Nach einer Untersuchung von Langley[3]) sind jedoch hier Beugungserscheinungen mit im Spiel, deren Vorhandensein Rechnung und Beobachtung bedeutend complicirt. Der Vorschlag von Crova, durch Verminderung der wirksamen Oeffnung eingeschalteter Objective messbare Schwächung zu erreichen, scheint nur in Sternphotometern zur Anwendung gekommen zu sein, während der auf ähnlichem Princip beruhende Vierordt'sche Spalt in Absorptionsphotometern namentlich eine wesentliche Rolle spielt. Die bereits von Zöllner in seinem Photometer und auch sonst vielfach zur Schwächung des Lichtes benutzten Rauchgläser können namentlich da wohl zur Anwendung kommen, wo es sich um Ausgleichung einer an der anderen Quelle vorgenommenen Schwächung handelt; jedoch eignen sie sich ebensowenig, wie andere absorbirende Medien (Hornplattenphotometer) als Grundlage für directe photometrische Messungen.

[1]) El. Zeitschr. 4. 136. W. Thomson. Deutsche Beobachter halten es für ausgemacht, dass namentlich die Verschiedenheit der Färbung in den Lichtquellen beim Bunsen'schen Photometer weniger störend sei als bei irgend einem anderen, wogegen man nach Thomson (s. o.) dem Rumford'schen Schattenphotometer in England aus demselben Grunde den Vorzug zu geben scheint. — [2]) Elektr. Zeitschr. 4: 262. — [3]) Diese Zeitschr. 1886. S. 30.



Ganz anders steht es mit den Polarisationsprismen, die in Photometern sich immer steigender Anwendungsfähigkeit erfreuen dürften. Der Einfluss der Reflexion und Absorption zunächst lässt sich durch symmetrischen Aufbau der Photometer eliminiren. Sollte das nicht ganz möglich sein, so sind vielleicht die Messungen und Berechnungen in der Abhandlung des Verfassers „Ueber Polarisationsprismen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung in Photometern“[1]) von Nutzen. Abgesehen hiervon[2]) bieten diese Prismen, besonders einige Formen derselben, ein hinlänglich genaues Mittel, als Grundlage bei der Berechnung der Stärke der Schwächung zu dienen, und zwar durch einfache Drehung um ihre Längsaxe. Eine kurze Betrachtung möge den hier angedeuteten Zusammenhang für die dem Gegenstande ferner stehenden Leser näher präcisiren. Prismen aus Kalkspath (besonders häufig in Island, aber auch in Andreasberg gefunden) bieten das bequemste und beste Mittel dar, aus natürlichem Lichte polarisirtes zu erhalten, d. h. solches, in welchem die senkrecht zur Strahlenrichtung vor sich gehenden Schwingungen der Aethertheilchen nicht mehr in allen durch den Strahl gelegten Ebenen, sondern nur in einer bestimmten, der Schwingungsebene, vor sich gehen. Alle Krystalle, mit Ausnahme derer des regulären Systems würden dasselbe leisten wie der Kalkspath, doch wird fast ausschliesslich dieser benutzt wegen seiner Reinheit und der Grösse der Stücke[3]), in denen er gefunden wird. Er krystallisirt in Rhomboëdern und die Verbindungslinie der beiden stumpfen Ecken desselben, oder eine ihr parallele Richtung ist in optischer Beziehung von besonderer Wichtigkeit; während nämlich ein in jeder anderen Richtung durchgehender Strahl sich in zwei theilt, ist diese hiervon ausgenommen. Sieht man demnach durch eine planparallele Platte dieses Krystalles nach einem Object, so sieht man von demselben im Allgemeinen zwei Bilder, das eine in der Richtung desselben, das andere so verschoben, dass es um das erste feste einen Kreis beschreibt, wenn die Platte vor dem Auge um die Strahlenrichtung als Axe gedreht wird. Betrachtet man beide Bilder durch eine zweite Platte, so würde man im Allgemeinen zwei Bilder erhalten, jedoch von wechselnder Helligkeit, wenn man eine der Platten dreht. In zwei durch eine Vierteldrehung unterschiedenen Lagen wird man nur noch zwei Bilder sehen, während die beiden anderen dunkler geworden und schliesslich verschwunden sind. Dieses Verschwinden der Bilder nun erfolgt nach einem einfachen Gesetz. Von den beiden durch die erste Platte erzeugten Bildern ist nämlich das erste auf der Netzhaut erzeugt durch Strahlen, welche senkrecht zum Hauptschnitt, d. h. zu der durch Einfallsloth und Hauptaxe bestimmten Ebene, das zweite aber durch ausserordentliche Wellen, deren zugehörige Aethertheilchen in dem Hauptschnitt ihre Schwingungen vollführen. Beide Bilder bilden gegen das Auge einen bestimmten, auch im günstigsten Falle (wenn die Platte parallel zur Hauptaxe geschnitten ist) nur wenige Grade umfassenden Winkel und liegen daher bei geringer Entfernung des Objectes theilweise übereinander. Dieses würde aber sehr störend sein, da man ja im Gesichtsfeld nur Schwingungen einer bestimmten Art haben will und es war daher ein grosser Fortschritt, als Nicol vor etwa 50 Jahren die Construction des nach ihm benannten Prismas angab, in welchem der ordentliche Strahl durch Total-

[1]) 1887. Clausthal, Grosse'sche Buchh. M. 1,60. — [2]) F. Lippich, Prag. Ueber polaristrobometrische Methoden. Aus dem LXXXV. Bd. der Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wissensch. 1882. S. 269. — [3]) Das grösste und reinste (von Tisley und Spiller angefertigte) Nicol'sche Prisma, welches von seinem Besitzer Spottiswoode 1876 in London ausgestellt wurde, hat 9 cm im Durchmesser.

reflexion völlig aus dem Gesichtsfelde geschafft wird. Auf dem Nicol'schen Princip beruhen eine grosse Anzahl anderer Prismenformen, während die älteren nur eine möglichst grosse Trennung der beiden Strahlencomplexe bezwecken. Da es keine Form giebt, welche bei verhältnissmässig geringem Materialaufwand zugleich den Vortheil eines grossen Gesichtsfeldes, reiner Bilder und grosser Lichtstärke darbietet, so muss sich die Wahl der Prismenform nach einer oder mehreren der von ihr in jedem vorliegenden Falle zu erfüllenden Bedingungen richten. Hierbei sucht die oben citirte Abhandlung des Verfassers dem praktischen Optiker an die Hand zu gehen. — Malus und Wild haben nachgewiesen, dass abgesehen von Lichtverlusten durch Reflexion und Absorption die Gesammtintensität des auffallenden Lichtes sich völlig gleich auf beide Bilder vertheilt, so dass im günstigsten Falle die aus einem derartigen Prisma austretende Lichtmenge 30 bis 40% betragen wird. Denken wir uns nun eine leuchtende Fläche durch ein Nicol'sches Prisma beobachtet, so erhält das Auge von ihr nur Strahlen, deren Aetherthеilchen in einer bestimmten Richtung (im Hauptschnitt) ihre Schwingungen vollführen. Dann wird die Intensität des den Schwingungen entsprechenden Lichtes gemessen durch das Quadrat der Schwingungsamplitude a. Wird dann zwischen dieses erste Prisma und das Auge ein zweites eingeschoben, so wird es von der Lage seines Hauptschnittes abhängen, ob diese ganze Schwingung, ein Theil derselben oder gar nichts hindurchgehen kann. Liegen beide Prismen völlig gleich, was sich äusserlich an der Lage der Schnitte erkennen lässt, so geht alles Licht hindurch. Bilden dagegen die Hauptschnitte den Winkel φ miteinander, so wird die Schwingungsamplitude des austretenden Lichtes nur noch gleich $a \cos \varphi$ sein. Da die Intensität proportional dem Quadrate der Amplitude ist, so wird ihr jetziger Werth auch nur noch $J \cos^2 \varphi$ sein, wenn ihr ursprünglicher mit J bezeichnet wird. Demnach ist mit einer solchen Prismencombination und einer Ablesevorrichtung für den Drehungswinkel die Aufgabe lösbar, zwei an und für sich verschieden starke Lichtquellen gleicher Färbung für die Wahrnehmung gleich zu machen, ohne sie vom ursprünglichen festen Standpunkte zu entfernen, und nachher durch einfache Rechnung das wahre Verhältniss ihrer Intensitäten zu berechnen.

Zenker hat in dieser Zeitschrift[1]) darauf hingewiesen, dass sich durch Combination mehrerer Nicol'scher Prismen die Empfindlichkeit der Methode und damit die Genauigkeit der Messung bedeutend steigern lässt. Je nachdem man sehr starke Lichtquellen (z. B. elektrisches oder Magnesium-Licht) oder schwächere zu vergleichen wünscht, würde eine andere Combination anzuwenden sein, die sich durch einfache Betrachtungen bestimmen lässt.

Wir besitzen nun bereits eine Reihe von Photometern, die auf dem Princip der Polarisation beruhen, das eine mag für diesen, das andere für jenen Zweck vortheilhafter im Gebrauch sein. Alle aber leiden an dem schon vorher erwähnten Mangel, den sie freilich mit den früheren Formen gemein haben, der aber weniger den Methoden selbst als der Unvollkommenheit unseres Sehorganes zuzuschreiben ist. Denn stets soll ja das Auge beurtheilen, ob die Gleichheit der Beleuchtung zweier verschiedener gleichzeitig gesehener Flächen oder der Lichtstärke zweier verschiedener Quellen eingetreten ist, und dieser Moment soll im Apparate fixirt werden. Beurtheilt wird diese Gleichheit durch das Auge. Bei der Bunsen'schen Methode zunächst wird gewöhnlich durch reflectirende stark geneigte Spiegel die Einrichtung getroffen, dass das Auge gleichzeitig die beiden beleuchteten Flächen

[1]) 1884. S. 83.

überblickt. Die Lichtempfindungen werden zu den Nervencentren geleitet und im Bewusstsein vollzieht sich der Vorgang der Vergleichung. Setzen wir nun aber voraus, dass beide Flächen nicht genau dieselbe Färbung besitzen, was meistens der Fall ist, so wird durch diesen Umstand die Beurtheilung der Gleichheit in der Lichtstärke ausserordentlich erschwert und zwar um so mehr, je grösser der Farbenunterschied ist, der sich physiologisch nicht völlig von dem Helligkeitsunterschiede trennen lässt. Soll die Färbung beider Flächen gleich sein, so muss diese einerseits im reflectirten Sonnenlicht oder im homogenen Licht identisch, andererseits aber noch die Bedingung erfüllt sein, dass die spectrale Zusammensetzung der zu vergleichenden Lichtquellen eine gleiche ist. Diese Bedingungen werden fast nie vollständig erfüllt sein können, was auch wohl für die Praxis nicht streng erforderlich ist. Wybauw[1]) schlug zuerst vor, die verschiedene Färbung zweier zu vergleichenden Lichtquellen dadurch theilweise auszugleichen, dass ein messbarer Bruchtheil der stärkeren Flamme auf die von der schwächeren beleuchtete Fläche geworfen wird. Krüss hat für dieses „Compensationsphotometer", dessen Form er noch etwas änderte, die mathematischen Beziehungen abgeleitet.[2]) Da diese aber für praktische Arbeiten zu complicirt sind, so werden einige Vernachlässigungen gemacht, in Folge deren sich die Berechnung so einfach gestaltet, dass das Verhältniss der Quadrate der Entfernungen beider Lichtquellen von dem Schirm nur noch mit einem für jedes Arrangement constanten Factor K multiplicirt zu werden braucht. Jedoch ist man dann in der Anordnung der Versuche gewissen Beschränkungen unterworfen, vor allem darin, dass die Compensation nicht beliebig weit getrieben werden kann. Jedenfalls wird die Idee, die Verschiedenheit der Färbungen in messbarer Weise zu compensiren, der Technik wichtige Dienste leisten können und gerade auf diesen Punkt glaubt der Verfasser bei Construction seines Photometers besonderen Werth legen zu müssen. Vierordt[3]) und Zöllner[4]) haben, um eine annähernde Identität der Färbung herzustellen, bei ihren Photometern die Anwendung von Rauchgläsern versucht, die eine gleichmässige Schwächung der verschiedenen Strahlen bewirken. Es muss dann allerdings die Absorptionsconstante derselben sehr genau bestimmt werden. Immerhin bleibt aber discutabel und subjectiv die Entscheidung, ob nun wirklich die Strahlen identische Zusammensetzung haben, wenn nicht geradezu, wovon später die Rede sein wird, ein Spectrum entworfen ist und nur correspondirende Elemente desselben verglichen werden. Nach den Untersuchungen Trannin's[5]) kommt noch Folgendes hinzu. Es giebt für jede Strahlengattung, für jede Intensität und für jedes beobachtende Auge einen Punkt, der dem Maximum der Genauigkeit einer Messung entspricht. Da nun die Rauchgläser sowohl die Strahlengattung, als auch die Intensität der einen Lichtquelle modificiren, die der anderen aber unverändert bleibt, oder in anderer Weise modificirt ist, so ist damit eine ungleiche Abweichung von dem Punkte des Maximums der Genauigkeit involvirt. — Das Auge ist also zur Vergleichung der Intensität zweier Quellen nur im Stande, wenn das Licht weiss oder die spectrale Zusammensetzung identisch ist. Zur vollständigen Lösung einer photometrischen Aufgabe müsste man bestimmen können nach Trannin:

[1]) Mésure et répartition de l'éclairement. Bull. de la Soc. belge électr. II., 78. 1885. — [2]) Elektrot. Photometrie. S. 76. — [3]) Pogg. Ann. Bd. 140. (1870). S. 172. V. giebt hier auch Tabellen für die Absorption grüner Rauchgläser. Für die Kritik der Vierordt'schen Methode vgl. Glan. Pogg. Ann. N. F. 1. (1877). S. 351. — [4]) Zöllner, Gesammelte Werke. — [5]) Mésures photométriques dans les différentes régions du spectre. Journal de Phys. t. V. S. 297. (1876).

1) Die Intensität der für jede Strahlung im Gesichtssinn auftretenden Empfindung als Function ihrer lebendigen Kraft und ihrer Wellenlänge.
2) Die Intensität der Gesammtempfindung, welche sich aus Theilempfindungen zusammensetzt, die verschiedenen Strahlengattungen zukommen.

Das sind aber bisher von der Physiologie noch nicht gelöste Probleme und man muss sich daher darauf beschränken, bei verschiedenen Lichtquellen die Intensität von Strahlen bestimmter Wellenlänge zu vergleichen, sobald man wissenschaftlich brauchbare Resultate haben will. Mit Berücksichtigung dieses Umstandes sind nun Spectrophotometer construirt, die im Wesentlichen Spectrometer mit eingeschalteten Polarisationsprismen sind. Sie zerfallen aber in zwei Gruppen durch die Einrichtung, welche im Apparat getroffen ist, um dem beobachtenden Auge die Beurtheilung der Gleichheit zu erleichtern und dadurch die Genauigkeit der Messung zu erhöhen. Für jede Gruppe findet sich in Deutschland und Frankreich je eine gebräuchliche Form, auf deren Betrachtung wir uns beschränken möchten.

In Deutschland sind das von Wild und Glan, in Frankreich das von Trannin und Crova die wichtigsten. Von den übrigen wäre wohl historisch das Zöllner'sche noch besonders erwähnenswerth. Zöllner, der übrigens der erste war, welcher das Cosinusgesetz zu photometrischen Zwecken benutzte, construirte für seine astrophotometrischen Zwecke zwei Formen, die eine, um lediglich die Intensität des Sonnen- und Mondlichtes zu vergleichen, die andere, um im Fadenkreuz des Teleskopes punktförmig erscheinende Gestirne photometrisch vergleichen zu können. Im ersten Falle werden die beiden Flächen durch Drehung der Polarisationsebene auf gleiche Intensität gebracht und unmittelbar nebeneinander verglichen, jedoch mit Hilfe einer dritten Lichtquelle, auf welche die Maasseinheit bezogen ist. Diese bestand anfangs aus einer Gasflamme von constanter, mittels Fernrohr und Fadenkreuz verglichener Höhe, später aus einer Petroleumlampe mit glattem Docht, deren gelbes Licht durch Kobaltglas auf weisse Farbe gebracht wurde.[1]) Dabei kamen noch besondere Rauchgläser zur Anwendung, um die Intensität des starken Sonnenlichtes mildern zu können, natürlich in einem vorher wiederum photometrisch bestimmten Verhältniss. Besser freilich lässt sich dieser Zweck wohl durch bestimmt gemessene Drehungen eingeschalteter Polarisationsprismen erreichen, da dann nicht nur die quantitative Messung genauer sein kann, sondern auch die qualitative Veränderung des Lichtes weniger stark ist. Das Licht der senkrecht zum Tubus befindlichen Hilfsflamme ist dabei durch zwei Spiegel, deren letzterer das Gesichtsfeld scharf halbirt und zugleich das Licht unter dem Brewster'schen Winkel polarisirt in die Axe des Tubus reflectirt, während die andere Hälfte des Gesichtsfeldes durch das Licht der zu vergleichenden leuchtenden Fläche ausgefüllt ist. Wir werden später sehen, dass in den übrigen Photometern, in denen man Polarisation durch Spiegelung wegen der dadurch bedingten Fehlerquellen vermieden hat, die Erzielung einer scharfen Trennungslinie[2]) der beiden zu vergleichenden Flächen ungleich mehr Schwierigkeit bietet, dass aber dort auch die Beurtheilung der Gleichheit meistens an und für sich eine exactere ist, da man nur Licht von annähernd derselben Wellenlänge vergleicht.

Bei dem zweiten Astrophotometer, welches direct am Teleskop befestigt ist, wird das im Brennpunkt des Teleskopes befindliche punktförmige Sternenbild mit

[1]) Ueber Normal- und Vergleichslichtquellen vgl. Krüss, die elektrotechnische Photometrie. (Hartleben, Bd. XXXII.) — [2]) Diese Berührung der beleuchteten Flächen in einer Linie fand bereits in dem Foucault'schen Photometer statt.



den beiden von der Vergleichslampe gelieferten, von der Vorder- und Rückseite eines Spiegels reflectirten, symmetrisch zum Hauptbilde liegenden Bildern verglichen, nachdem auch ihr Licht in dem Brennpunkt einer Linse punktförmig gesammelt und durch ein Nicol polarisirt ist. In dem Tubus des Fernrohres befindet sich als Polarisator, ebensowohl wie im Ocular als Analysator, ebenfalls ein Nicol. — Jedenfalls würde vorzuziehen sein, auch im ersten Falle von der Polarisation durch Spiegelung abzusehen, da der in Folge der Abweichung der Polarisationsebenen der verschiedenen, auf die Spiegel fallenden Strahlen, von der Hauptpolarisationsebene bedingte Fehler doch ziemlich bedeutend sein dürfte und ausserdem Geradsicht unter allen Umständen vorzuziehen ist. Für Polarisation und Ablenkung um 90° des Lichtes der Hilfsquelle würde sich besonders ein Dove'sches Prisma eignen.

Da dieses, in meiner bereits citirten Abhandlung ausführlicher besprochene Polarisationsprisma nur wenig bekannt ist (angefertigt ist es zuerst von Herrn Langhoff in Berlin), so dürften darüber einige Worte hier am Platze sein. Es wurde von H. W. Dove 1864[1]) in Vorschlag gebracht und ist ein gleichschenklig rechtwinkliges Prisma von Kalkspath, bei welchem die eine Kathetenfläche senkrecht, die andere parallel zur Hauptaxe liegt, so dass die Hypotenusenfläche sehr nahe mit der Spaltfläche des Rhomboëders zusammenfällt (nach Naumann ist der Winkel der Spaltfläche mit der Hauptaxe 45° 25′ 22″). Für Geradsicht bietet das Prisma besonderen Vortheil bei Versuchen über strahlende Wärme, da es der empfindlichen Kittschicht entbehrt; auch als fester Polarisator ist es zu empfehlen wegen seiner Lichtstärke und Billigkeit. Es ist, da das Prisma für Geradsicht einen unbrauchbaren Flankentheil hat, die Möglichkeit geboten, aus einem rechtwinkligen Kalkspathprisma, welches in der angegebenen Weise geschnitten ist, zwei brauchbare Dove'sche Prismen zu erhalten, eines für Geradsicht, das andere mit Ablenkung von 90°, für das sich in der Folge noch mehrere Anwendungen bieten werden. Die Hypotenuse gleich 100 gesetzt, beträgt die Höhe des ersten 26,43, die des zweiten 23,57.

Die vier oben erwähnten Formen sind im Gegensatz zu dem Zöllner'schen Photometer mehr für terrestrische Intensitäts- und Absorptions-Bestimmungen geeignet. Für ersteren Zweck werden die einzelnen spectralen Theile verschiedener Lichtquellen verglichen und, wenn man will, die Intensitäten graphisch über dem Spectrum aufgetragen. Die Flächen dieser graphischen Zeichnungen würden ein Bild von dem Verhältniss der Intensitäten geben. Im anderen Falle wird die Abhängigkeit der Absorption gefärbter Lösungen von der Dicke und Concentration der Schicht und die Uebereinstimmung mit der Theorie ebenfalls auf graphischem und rechnungsmässigem Wege bestimmt. Endlich aber können, wie Crova gethan hat[2]), hohe Temperaturen mittels des Photometers bestimmt werden. Er sagt darüber etwa Folgendes: Zwei feste oder flüssige Körper *„ayant même pouvoir d'irradiation“* haben gleiche Temperaturen, wenn ihre Spectra in der ganzen Ausdehnung identisch sind, d. h. wenn die Intensitäten aller Strahlen, welche sie zusammensetzen, streng gleich sind. Sind für eine angenommene Wellenlänge λ der beiden betrachteten Quellen die Intensitäten gleich und etwa durch die Zahl 1000 ausgedrückt, so ist für eine andere Wellenlänge λ diese Zahl grösser oder kleiner. Das Verhältniss dieser Zahlen betrachtet Crova dann als das Verhältniss der Temperaturen. In seinen Untersuchungen nimmt er die *B*- und *E*-Linie. ($\lambda = 673^{\mu}$ bzw. 523^{μ}).

[1]) Pogg. Ann. Bd. 122. S. 18. 456. — [2]) Ann. de Chim. et de Pys. V. 22. S. 538. Mésure spectrophotométrique des hautes températures par M. A. Crova.

Für die jetzt zu betrachtenden Photometer sind wichtig der Govi'sche und der Vierordt'sche Spalt. Ersterer dient dazu, von den durch das Zerstreuungsprisma entworfenen Spectren nur die zur Betrachtung kommenden und einer bestimmten Wellenlänge entsprechenden Theile auszuscheiden.

Vierordt[1]) geht von der nur in sehr engen Grenzen und auch dann nur annähernd geltenden inversen Proportionalität von Intensität und Breite des Spaltes[2]) aus und modificirt demgemäss den Spalt des Spectralapparates in der Weise, dass derselbe genau halbirt und nur der eine Rand beiden Hälften gemeinsam ist, während der andere von zwei beweglichen Platten, einer oberen und einer unteren, gebildet wird. Die Intensitätsgleichheit wird dann durch Verstellen des Spaltes hergestellt. Sind die Intensitätsdifferenzen aber einigermaassen gross, wie es schon bei manchen stark absorbirenden Mitteln vorkommt, so wird nicht nur die Beurtheilung sehr wenig exact, sondern auch das Spectrum wegen der Breite des Spaltes unrein. In diesem Falle macht Vierordt von Rauchgläsern Gebrauch, die er in den Weg des direct gesehenen Lichtes stellt und deren Absorptionsconstanten vorher bestimmt sein müssen.

Das Photometer Wild's[3]) gründet sich auf die Thatsache, dass gleiche Quantitäten senkrecht zu einander polarisirten Lichtes, sobald sie nicht aus einem einzigen, nach einer Zwischenrichtung ganz oder theilweise polarisirten Strahlenbündel entstanden sind, nach ihrer Mischung sich verhalten, wie natürliches Licht. Mittels eines Polariskopes, welches nur im natürlichen Lichte farblos ist, im polarisirten Lichte dagegen Interferenzfarben zeigt, lässt sich also die durch Drehung entsprechend angebrachter Polarisationsprismen bewirkte Gleichheit zweier Bündel untersuchen und erkennen. Es mag hier gleich bemerkt werden, dass dies letztere doch nicht so leicht ist. Die Fixirung dieses Verschwindungspunktes der Interferenzfransen erfordert nicht nur grosse Geübtheit und Aufmerksamkeit des Beobachters, sondern ermüdet auch die Retina des Auges derart, dass subjective Täuschungen bei längerer Dauer der Beobachtung nicht ausgeschlossen sind. Die Genauigkeit ist nach Wild $^1/_{500}$ bis $^1/_{1000}$.[4]) Das Princip findet sich ausser von Wild noch angewendet von G. Krech (Progr. des Louisenstädtischen Gymnasiums 1883) zur Bestimmung der Abhängigkeit der Absorption von der Dicke der Schicht; ferner von W. Möller bei der photometrischen Untersuchung von Glühlampen verschiedener Systeme. Ich setze hier die Bekanntschaft mit dem Apparate, für welchen die Umwandlung in ein Spectrophotometer[5]) vorgesehen ist, voraus. Das unverkürzte Dove'sche Prisma würde sich hier dazu eignen, an Stelle der beiden mittleren, in den würfelförmigen Kasten, am hinteren Ende des Photometers eingefügten, rechtwinkligen Glasprismen, benutzt zu werden. Hier wird dann der darauf folgende Polarisator überflüssig. Dann müsste natürlich eine Drehung des Analysators erfolgen können. Auch die Mischung der beiden senkrecht zu ein-

[1]) Pogg. Ann. Bd. 140. (1870). S. 172. Messung der Lichtabsorption durchsichtiger Medien mittels des Spectralapparates. — [2]) Krüss hat einen Doppelspalt mit symmetrischer Bewegung der Schneiden construirt, während diese bei Vierordt unsymmetrisch zur optischen Axe stattfindet, wodurch unter Umständen erhebliche Fehler involvirt werden können, die von Vierordt praktisch, von Dietrich theoretisch festgestellt sind. — [3]) Pogg. Ann. Bd. 198. S. 193. (1863). — [4]) Die absolute Genauigkeit kann nie so gross sein, da Untersuchungen über die Unterschiedsempfindlichkeit des Auges gezeigt haben, dass das Maximum derselben (nach v. Helmholtz) $^1/_{167}$ an hellen Sommertagen und nur $^1/_{150}$ bei directer Sonnenbeleuchtung ist. — [5]) Ueber die Umwandlung meines Photometers in ein Spectrophotometer von H. Wild (März 1883). Hier findet sich auch eine photographische Abbildung des Apparates. (In den Mélanges physiques et chimiques. XI).

ander polarisirten Bündel, welche bei Wild durch ein von parallelen Wänden begrenztes Kalkspathrhomboëder erfolgt, liesse sich durch eine andere Combination ersetzen. Da jedoch die exacten Untersuchungen Wild's über das Gesetz, nach welchem sich ein vollständig polarisirter Lichtstrahl beim Durchgang in einen gewöhnlich und ungewöhnlich gebrochenen Strahl theilt, nur für eine von parallelen Flächen begrenzte Krystallplatte gelten, so würde diese allerdings einfache Combination nicht ganz sichre, jedoch für die Praxis ausreichende Resultate geben. Jedenfalls wäre es zur Erhöhung der Klarheit und Reinheit der Bilder wünschenswerth, die grosse Reihe der vom Lichte zu durchsetzenden Mittel einzuschränken, wozu das Dove'sche Prisma eben Veranlassung geben kann.

Die Trannin'sche[1]) Methode nähert sich der vorigen in Bezug auf das Mittel, dem Auge einen sicheren Anhaltspunkt zur Beurtheilung der eingetretenen Intensitätsgleichheit zu geben, der Glan'schen[2]) aber in Bezug auf die Art und Weise, die theilweise Uebereinanderlagerung der von den verschiedenen Quellen entworfenen Spectra durch ein doppeltbrechendes Prisma zu erzielen. Gerade der letztere Umstand giebt dem Trannin'schen Photometer einen entschiedenen Vorzug vor dem Wild'schen, denn die Mischung der beiden Strahlengattungen bei Wild erfordert eine praktisch sehr umständliche Anordnung der Theile und ist nur für einen sehr schmalen Streifen möglich. Ausserdem involvirt sie die Einfügung der vier rechtwinkligen Glasprismen, um eine unmittelbare Berührung der Bilder zu erzielen. Die Reihenfolge der Theile ist demnach auch bei Trannin eine andere:

Bei Wild: Polarisator, Spathrhomboëder, Doppelplatte, Analysator, Dispersionsprisma.

Bei Trannin: Polarisator (Foucault), Quarzplatte, Wollaston'sches Prisma, Analysator (Foucault), Dispersionsprisma. Die Strahlen sind hier, ehe sie auf den Polarisator gelangen, durch eine Collimatorlinse parallel gemacht.

Glan und Crova verzichten bei Construction ihrer Photometer auf die doppeltbrechende Platte, deren interferirende Wirkung dem Auge die Erkennung und Festhaltung des Momentes erleichtern soll, in welchem bei der Drehung des Polarisationsprismas die Gleichheit der Bilder erreicht ist. In Bezug auf ihre Empfindlichkeit sind beide Apparate, nebst einem Vorschlage zur Verbesserung, vergleichend besprochen von Dr. W. Zenker.[3]) Der principielle Unterschied dieser Photometer liegt nicht in der Anordnung der Polarisationsprismen, durch welche ja die Empfindlichkeit bedingt ist, sondern in der Verschiedenheit der Methoden, durch welche die unmittelbare Berührung der spectralen, einander entsprechenden Theile hervorgebracht wird. Eine solche Berührung ist aber für das Auge ein unbedingtes Erforderniss, wenn dasselbe mit der für wissenschaftliche Untersuchungen erforderlichen Genauigkeit die Gleichheit der Intensität beurtheilen soll, welche eben dann eingetreten ist, wenn die beiden neben- bzw. übereinanderliegenden Spectra in eines verschmelzen. Crova hebt mit Recht hervor, dass diese Methode die Nerven ungleich weniger angreife als die andere, und da sie ausserdem die natürlichere ist und weniger Lichtverlust bedingt, so ist sie der früheren entschieden vorzuziehen. Wie wird nun aber diese unmittelbare Berührung der von zwei nicht in Berührung befindlichen Lichtquellen entworfenen Spectra am Besten und Einfachsten erreicht?

---

[1]) Mésures photométriques dans les différentes régions du spectre, par M. H. Trannin Journal de Phys. t. V. S. 297. (1876). — [2]) Pogg. Ann. Neue Folge 1. S. 351. Ueber ein neues Photometer von Glan. — [3]) Diese Zeitschr. 1884. S. 83.

Glau[1]) geht aus vom Vierordt'schen Spalt. Die beiden Hälften desselben trennt er durch einen parallelen schmalen Messingstreifen. Ein bewegbares und drehbares Wollaston'sches Prisma bringt dann das ordentliche Bild der einen und das ausserordentliche der anderen Spalthälfte zur Berührung. Diese Berührung findet aber wegen der im Wollaston'schen Prisma hervorgerufenen Dispersion für eine bestimmte Stellung des Spaltes auch nur an einer bestimmten Stelle der Spectra statt. Bei Messungen müsste man also durch Längenänderung des mit dem Spalt versehenen Collimatorfernrohres von Farbe zu Farbe einstellen. Da dies nicht nur ein sehr umständliches Verfahren ist, weil Verschiebungen von vielen Millimetern vorgenommen werden müssen, sondern auch ein bei eigentlichen photometrischen Messungen fehlerhaftes, weil das dann anzubringende totalreflectirende Prisma, durch welches das Licht der zweiten Quelle in den Tubus des Collimatorrohres geworfen wird, durch seine Ortsänderung die Constanz der Intensität dieser Quelle alterirt, so hat Gouy vorgeschlagen, diese successive Berührung der entsprechenden Theile der Spectra durch Verstellen eines statt der parallelen Messingplatte zwischen den Spalthälften anzubringenden Messingkeiles zu erreichen. Ich habe (a. a. O.) gezeigt, dass man überhaupt die Dispersion vermeiden und also eine über die ganze Länge des Spectrums sich gleichzeitig erstreckende Berührung erzielen kann bei Anwendung eines in bestimmter Weise angefertigten achromatischen Prismas statt des Wollaston'schen. — Noch eine andere im Versuch schwer zu rectificirende Fehlerquelle des Glan'schen Photometers, die ebenfalls die Anwendung des Wollaston'schen Prismas mit sich bringt, wird von Ketteler und Pulfrich gefunden. Das von Wild aufgestellte Gesetz über die Intensität der beiden Antheile eines Strahles gilt nämlich nur für vollkommene Durchsichtigkeit. Es ist also nicht ausgeschlossen und durch die oben erwähnten Versuche als sehr wahrscheinlich hingestellt, dass die Absorptionscoefficienten des Kalkspathes für Strahlen von derselben Wellenlänge, wenn das Licht aus verschiedenen Quellen stammt oder die Wellen senkrecht zu einander polarisirt sind, verschieden sind. Speciell vom mittleren Roth bis zum äussersten ergab sich, dass die obere Flammenpartie an den der Farbe entsprechenden längeren Wellen reicher war als die untere. Es kann dies auch daher rühren, dass eine Flamme nicht in allen ihren Querschnitten dieselbe spectrale Zusammensetzung und Intensität besitzt. Aber auch im Blau giebt es nach Crova[2]) Fehlerquellen, welche die Empfindlichkeit der Apparate vermindern:

1) wegen der beträchtlichen Dispersion dieser Strahlen,
2) wegen der Fluorescenz in den Prismen und Linsen, die über das gebrochene Licht in dieser Gegend regelmässig ein diffuses Licht lagert, welches der Genauigkeit der Messung schadet[3]).

Crova stellt daher die Messungen nur für die B- und E-Linie an, die fast complementär sind und daher für das Auge den Vortheil haben, dass nach Abstumpfung der Augennerven für die B-Linie die Empfindlichkeit gross ist für die E-Linie und umgekehrt. Ausserdem empfiehlt er aus ähnlichen Gründen die An-

[1]) Pogg. Ann. 1877. Neue Folge I. S. 351. Theorie des Glan'schen Photometers nebst darnach gemachten Absorptionsbestimmungen findet sich in einer „Photometrische Untersuchungen" benannten Abhandlung von Ketteler und Pulfrich. Pogg. Ann. 1882. S. 337. — [2]) Journ. de Phys. Bd. 8. 1875. Note sur les spectromètres. — [3]) Hier mag die Bemerkung Platz finden, dass für Licht von verschiedener Wellenlänge die uns sonst unbekannte Function, durch welche die Abhängigkeit der Empfindungsstärke von der lebendigen Kraft der Aetherschwingungen bestimmt wird, jedenfalls verschieden ist. (Purkinje'sches Phänomen und Versuche von L. Weber.)

wendnng von Zerstreuungsprismen in der Stellung der Minimalablenkung statt der häufig benutzten Combination *à vision directe*.

In einer Abhandlung *„Etude des observations des prismes et de leur influence sur les observations spectroscopiques"* [1]) sucht Crova durch theoretische Betrachtungen die Bedingungen auf, welche für einen möglichst sicheren Gebrauch der Photometer erfüllt sein müssen und unter denen die Fehlerquellen der meisten dieser Instrumente vermieden werden. Zunächst sind wegen der im Collimatorrohre zwischen Spalt und dispergirendem Prisma befindlichen Linse die im Spectrum dem Spalt entsprechenden Bilder gekrümmt. Weil ferner die für das Minimum der Ablenkung geltende Formel nur für die im Hauptschnitt des Prismas liegenden Strahlen gilt, im übrigen aber modificirt ist, so ist die Krümmung der Streifen abhängig von der Brennweite der Linse und der Höhe des Spaltes und es ergiebt sich als Forderung: 1) Möglichst kurzer Spalt und ein Dispersionsprisma von geringer Höhe. 2) Ein Collimator von grosser Brennweite und geringem Durchmesser, und ein Fernrohr von grosser Brennweite. — Den im Glan'schen Photometer hervortretenden ungünstigen Umstand, dass die Nebeneinanderstellung der Spectra nur für eine beschränkte Region stattfindet, kann man nach Crova vermeiden, wenn man vor die eine Hälfte des Spaltes ein total reflectirendes Prisma stellt und den trennenden Messingstreifen ganz fortlässt. Man mnss dann allerdings den Spalt horizontal stellen, was wieder unbequem ist, da nun, um die verschiedenen Stellen des Spectrums vergleichen zu können, das Fernrohr in einer Verticalebene verschoben werden müsste und auch das Mikrometer von unten oder oben her schwer erhellt werden könnte. Ein noch schwerer wiegender Uebelstand würde aber sein, dass das auf das Prisma fallende geradlinig polarisirte Licht innerhalb desselben eine elliptische Polarisation erfahren würde, für welches die Cosinusformel nicht mehr die Intensität repräsentirt. Die Rechnung würde diesen Messungen schwer folgen können, da die Wellenlänge bei der elliptischen Polarisation als Variable auftritt. Zu bemerken ist, dass für Glas von Saint-Gobain (1,5) das rechtwinklige Prisma eine geringere elliptische Polarisation verursacht als das gleichseitige.

Crova schlägt nun ein Doppelprisma vor, in welchem sich die Wirkung einer zweimaligen elliptischen Polarisation aufhebt. Construction und Wirkungsweise desselben sind aus Figur 1 ersichtlich. Es entsteht aus einem rechtwinkligen grossen Prisma durch Abschneiden des punktirten Theiles *abcdef*. (Der Spalt ist 6 mm hoch, die Höhe des Prismas muss also nach der Bearbeitung 3 mm betragen.) Das Prisma dreht die Ebene der Polarisation nm 90°, erfordert genau paralleles Licht, um eine scharfe Trennungslinie zn erhalten nnd eine sehr exacte Anfertigung in den Winkelgrössen seitens des Optikers. Was hier nun der vor dem Spalt befindliche Polarisator mit dem ganz geschickt ersonnenen reflectirenden Prisma leistet, leistet das Dove'sche Prisma für sich. Es polarisirt die Strahlen mit Ausschluss jeder elliptischen Polarisation geradlinig, wirft die Strahlen der seitlich stehenden Lichtquelle in den Tnbus des Collimators nnd giebt endlich eine genaue Berührungslinie beider Spectra.

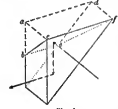


Fig. 1.

Zenker[2]) vergleicht das Crova'sche mit dem Glan'schen Photometer in Bezug auf ihre Empfindlichkeit. Diese ist um so grösser, je grösser bei gleicher re-

---

[1]) Annales de Chim. et de Phys. Sér. 5. t. XXII. 1881. — [2]) Diese Zeitschrift 1884. S. 83.

lativer Veränderung der Intensität die erforderliche Drehung des beweglichen Prismas ist und hängt daher lediglich nh von der Anordnung der Prismen in den Apparaten. Es zeigt sich, dass allerdings abnehmend mit grösseren Differenzen der Intensitäten der zu vergleichenden Lichtquellen unter allen Umständen das Photometer von Crova empfindlicher ist als das von Glan. Jedoch kann selbst die Empfindlichkeit des Crova'schen Apparates, der auch dadurch bevorzugt erscheint, dass die Intensität der schwächeren Quelle gar nicht alterirt wird, noch dadurch bedeutend erhöht werden, dass in der seitlichen Ansatzröhre statt zweier Nicol'schen Prismen drei angebracht werden, von denen nur das mittelste drehbar ist. Auch eine constante Abschwächung der stärkeren Lichtquelle erscheint praktischer erreicht zu werden durch derartige Combinationen von Polarisationsprismen als durch Rauchgläser. Hier würde namentlich das Dove'sche Prisma für Geradsicht wieder anwendbar sein, wobei die spiegelnde Wirkung und dadurch bedingte Vertauschung des Links und Rechts in den Bildern compensirt wird durch ein zweites Dove'sches Prisma, das in derselben Lage wie jenes, hinter demselben aufgestellt wird. Durch zwei solche hinter einander aufgestellten Dove'schen Prismen lässt sich eine vollkommene Geradsicht bei noch grösserer Divergenz der ordentlichen und ausserordentlichen Strahlen bewirken. Eine Drehung derselben ist aber, wo es, wie hier, auf Messungen ankommt, wegen der dadurch bedingten elliptischen Polarisation des Lichtes (abgesehen von der störenden Drehung des Bildes) nicht rathsam.

Das rechtwinklige Dove'sche Prisma erscheint demnach besonders geeignet, in den Photometern benutzt zu werden, auch da besonders, wo bisher Reflexionsprismen aus Glas benutzt wurden. Das verkürzte Dove'sche Prisma für Geradsicht würde sich aber als Polarisator eignen, besonders für die mit einem Spalt versehenen Apparate, weil sich stets eine Einstellung bewirken lässt, für welche die aus dem Spalt auf das Nicol fallenden Strahlen gar keine Ablenkung erfahren. Auch kann (Crovn's Photometer) mittels desselben der Spalt für das Auge eine beliebige Drehung, speciell um 90° erfahren, wenn man das Prisma 45° um seine Axe dreht. Dass nicht die ausserordentlichen Strahlen störend in das Gesichtsfeld treten, lässt sich durch ein passend angebrachtes Diaphragma vermeiden. Ein anderer Vortheil ist der, dass in den symmetrisch aufgebauten Photometern, wo also die Strahlen beider Lichtquellen dieselben Prismen durchsetzen sollen, bei Anwendung von Dove'schen Prismen die Veränderung, welche die Intensitäten und Qualitäten des Lichtes erleiden, weit geringere Differenzen haben wird als bei Anwendung von Prismen mit Kitt oder Luftschicht, denn schon eine geringe Trübung dieser Zwischenschicht kann bei der Beurtheilung der Gleichheit sehr ins Gewicht fallende Schwächung der Intensität und Veränderung der Färbung bewirken.

Crovn bezeichnet als bedeutenden Nachtheil der mit einer Kittschicht versehenen Prismen, dass diese mit der Zeit Veränderungen erfahre und Störungen in den Bildern verursache und verlangt, dass diese Schicht häufiger erneuert werde. Dass zur Messung hoher Temperaturen, überhaupt in Versuchen, bei denen der Polarisator einer bedeutenden Wärme ausgesetzt ist, das Dove'sche Prisma den übrigen Formen überlegen ist, hat Dove selbst hervorgehoben. Crova macht darauf aufmerksam und es führt ihn der Gedanke zur Construction

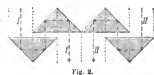


Fig. 2.

seines Doppelprismas, dass eine scharfe Trennungslinie der beiden zu vergleichenden

Spectra stets am Besten durch die Kante eines Prismas zu erhalten sei, welche die Länge des Spaltes halbire. (Zöllner hat Polarisationsspiegel, deren Kante diese Linie giebt.) Eine Combination Dove'scher Prismen kann da nun leicht die verschiedensten Zwecke erfüllen.

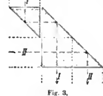


Fig. 3.

Die Combination Fig. 2 enthält vier paarweise symmetrische Prismen und würde die Bilder oder Spectra von zwei von einander entfernten, also nicht benachbarten Quellen zur scharfen Berührung bringen können. Die ausserordentlichen Bilder würden weit aus dem Gesichtsfelde fortgeschafft werden.

Die Combination Fig. 3 besteht aus zwei Prismen, deren Lineardimensionen sich wie 1 : 2 verhalten und deren Anwendung bei der Zöllner'schen Methode besonders empfehlenswerth ist.

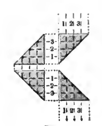


Fig. 4.

Die Combination Fig. 4 zeigt, wie der Forderung genauer Geradsicht durch vier Dove'sche Prismen entsprochen werden kann, die allerdings recht genau eingestellt sein müssen. Durch passende Orientirung der verschiedenen Eintrittsflächen kann auch hierbei wieder das ausserordentliche Bild weit aus dem Sehfelde geschafft werden.

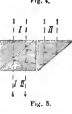


Fig. 5.

Die Fig. 5 enthält nun diejenige Combination, die nach den Ideen des Verfassers den wichtigsten Bestandtheil des neuen Photometers bilden soll. Herr B. Halle in Potsdam hat nach meinen Angaben eine solche angefertigt und es sollen in einem folgenden Aufsatze die bisherigen Resultate und die sich daran knüpfenden Vorschläge dargelegt werden. Da ein namhafter Berliner Mechaniker die constructive Durchbildung des Photometers zu übernehmen sich bereit erklärt hat, so hoffe ich, recht bald eine detaillirte Beschreibung des ganzen Apparates in dieser Zeitschrift geben zu können.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Hydrometrischer Flügel mit optischer und akustischer Zählung der Umdrehungen.

Von **T. Ertel & Sohn** in München.

Der seit Jahren von uns angefertigte hydrometrische Flügel, als Construction des Herrn Ingenieur O. Sendtner bekannt, hat auf Veranlassung des Herrn Dr. Decher eine Verbesserung des Zählwerkes erfahren, durch welche nicht nur die Genauigkeit, sondern auch die Schnelligkeit und Sicherheit der Messung bedeutend gewonnen hat und wobei die Mühe der Messungsoperation wesentlich verringert wird.

Bisher geschah die Bestimmung der Umdrehungszahlen des Flügels durch ein Zählwerk, welches während einer vorausbestimmten Zeitdauer durch den ersteren in Bewegung gesetzt wurde. Diese Art der Zählung hat in solchen Fällen, in welchen es sich um schnelle und sichere Messung handelt, gewisse Nachtheile, indem erstens das ganze Instrument zu jeder Beobachtung ein- und wieder ausgehoben werden muss, um den Stand des Zählwerkes ablesen zu können, wobei der Flügel sammt Axe mehr oder weniger in Gefahr kommt, angestossen und verbogen zu werden, ferner das Zählwerk für jede Be-

obachtungsdauer auf einen gegebenen Zeitmoment ein- und wieder ausgerückt werden muss und endlich die Zeitdauer einer Beobachtung sammt Ein- und Ausheben nebst Ablesung des Zählwerkes eine relativ grosse ist. Diese Nachtheile werden vermieden, wenn die Art der Beobachtung dahin geändert wird, dass nicht die Anzahl der Umdrehungen des Flügels während einer bestimmten Zeitdauer (gewöhnlich 60 Secunden) gemessen wird, sondern für eine gegebene gleichbleibende Zahl von Flügelumdrehungen (5, 50 oder 100) die Zeiteinheiten (Secunden) durch einfaches Ablesen an einer Secundenuhr gezählt werden. Diese gleichbleibende Zahl von Umdrehungen des Flügels wird durch ein auf das Gehör wirkendes Zeichen erkennbar, weshalb man diese Art der Zählung als akustische bezeichnet, während die Ablesungen am Zählwerk durch das Auge entsprechend als optische Zählung unterschieden werden. Unsere neue Einrichtung des Zählwerkes gestattet sowohl die Anwendung der ersteren Zählung allein, wie jene beider Zählungsarten zusammen.

Durch die akustische Zählung werden folgende Vortheile erreicht. Zunächst braucht der Flügel nicht für jede einzelne Beobachtung zum Zweck der Ablesungen ein- und ausgehoben zu werden, sondern bleibt für alle in gleicher Höhe liegenden Messungsstellen eingehängt und kommt dadurch namentlich in engen Messungsräumlichkeiten bei reissender Strömung seltener in Gefahr, verletzt zu werden, ferner fällt das stets mangelhafte Ein- und Auslösen des Zählwerkes ganz weg und endlich wird die Zeitdauer der Beobachtung im Einzelnen sowohl, wie namentlich jene für die Gesammtmessung eines Querschnittes auf weniger als die Hälfte jener reducirt, welche bei Anwendung der bisherigen Zählungsweise auch bei sehr geschickter Handhabung nothwendig wird, wie durch ausgeführte Vergleichsmessungen bewiesen ist. Diese Vortheile fallen im Allgemeinen schon sehr ins Gewicht, ganz besonders aber bei Ermittlung des Nutzeffectes hydraulischer Motoren, insofern der erhebliche Zeitgewinn bei Bestimmung der Wassermengen nicht allein die Sicherheit des Resultates an und



für sich erhöht, sondern die Beobachter vor Ermüdung bewahrt und im Vergleich zur bisherigen Messungsmethode Wiederholungen der ganzen Messung ermöglicht, aus welchen allein auf die Zuverlässigkeit und Genauigkeit des Resultates geschlossen werden kann.

Die Einrichtungen des für Triebwerkskanalmessungen ganz besonders geeigneten Hydrometers ist im Ganzen beibehalten. Auf einer 4 bis 5 m langen Stange aus weichem geradegewachsenem Holz mit nahezu elliptischem Querschnitte sind die drei Theile *A*, *B*, *C* desselben aufgesteckt und können je nach Bedarf beliebig verschoben und festgeklemmt werden. Der unterste Theil *A* enthält den Flügel sammt Zählwerk, der zweite *B* dient dazu, der Stange am Messungssteg einen sichren Stützpunkt zu verschaffen und die dritte, oberste Hülse *C* ermöglicht durch Einschaltung einer Schnur oder eines geglühten Messingdrahtes *d* die Aus- und Einlösung des Zählwerkes vom Standpunkt des Beobachters aus.

Der Flügel selbst setzt sich aus drei nach der Schraubenfläche geformten, um die Axe symmetrisch vertheilten Armen zusammen, welche auf einen der Breite der Flügelflächen entsprechenden Cylinder aufgesetzt sind. Dieser Cylinder sitzt mit einer conisch

geformten Höhlung auf der gleichfalls conischen Axe und nimmt durch die Reibung der aufeinander passenden Conusflächen diese bei der Rotation mit, solange sie nicht festgehalten wird. Eine kleine Kopfschraube mit parabolischem Querschnitt schützt den Flügel vor dem Herabgleiten nach vorn. Auf der Axe sitzt in der Mitte ein Klauenkopf und hinter diesem eine unendliche Schraube. Ersterer ermöglicht die Feststellung der Axe, indem durch Nachlassen des von oben angezogenen Bügels *b* ein Klauenpaar eingreift und die Axe festhält, während der Flügel mit Ueberwindung der Reibung sich weiter dreht. Lässt man durch Aufziehen des Bügels *b* die Axe wieder frei, so folgt diese vermöge der Reibung alsbald der Drehung des Flügels und seine Umdrehungen werden an der unter dem Zählrädchen liegenden Marke der Bezifferung entsprechend abgelesen. Dieses Zählrädchen besitzt 50 Zähne, entsprechend der Ganghöhe der unendlichen Schraube und macht eine ganze Umdrehung auf 50 des Flügels. Auf der Axe des Zählrädchens mit ihm fest verbunden sitzt eine nach der archimedischen Spirale geformte Scheibe, mittels welcher ein zwischen Auslösehebel und Stange liegender Hammer *h* so in Bewegung gesetzt wird, dass er sich langsam hebt und nach Vollendung der ganzen Umdrehung des Zählrädchens rasch gegen die Stange schlägt. Dieses bei normalen Verhältnissen sehr gut hörbare und für die an der Stange liegende Hand selbst fühlbare Zeichen erfolgt nun für je 50 Umdrehungen, solange der Auslösehebel angezogen bleibt. Die Auslösung geschieht von oben mit einer zwischen dem untern und obern Bügel *k* mässig gespannten Schnur oder weichem Messingdraht *d*. Der obere Bügel wird von Hand aufgezogen und in dieser Lage durch eine vorspringende Feder *f* festgehalten. Drückt man diese zurück, so fallen beide Bügel ab und das Zählwerk steht still.

Das mittlere Hülsenstück mit Anschlag und einem Rollenpaar ist namentlich dann von Vortheil, wenn von einem festen Steg aus gemessen werden kann, wie meist bei Kanälen, indem der breite Anschlag eine seitliche Drehung unmöglich macht und die auf dem Steg aufliegenden Rollen eine weit sichrere Stellung der Flügelaxe in einer bestimmten Höhe ermöglichen als das Aufstellen der Stange in dem oft mit Schlamm, Wasserpflanzen, Sand oder Kies gefüllten Messungsprofil, welches meist ein Sinken der Stange während der Messung zur Folge hat.

Die akustische Zählung kann zugleich mit der optischen verwendet werden, indem Anfangs- und Endstellung des Zählrädchens für eine Zeitdauer abgelesen und zur letzteren so oft 50 Einheiten addirt werden, als inzwischen akustische Zeichen gegeben wurden. Die Differenz beider Ablesungen ergiebt die Umdrehungen des Flügels für die bestimmte Zeitdauer. Diese Art der Zählung findet für sehr geringe Geschwindigkeiten Anwendung, sowie vorzugsweise bei der Coëfficientenbestimmung, da sie eine unmittelbare Vergleichung von Umdrehungszahlen und Weglängen ermöglicht.

Referate.

Bemerkungen zu dem Referate „Ueber Herstellung und Prüfung von Teleskop-Objectiven und Spiegeln. Von Howard Grubb. Nature, 34. 8. 85."

Zu dem Referate auf S. 101 des vorigen Heftes sendet uns Herr Dr. H. Krüss die nachfolgende ergänzende Bemerkung, die wir ihres interessanten Inhaltes wegen unseren Lesern nicht vorenthalten wollen. Unser geschätzter Mitarbeiter schreibt: „Im vorigen Heft dieser Zeitschrift findet sich in dem Referate über Howard Grubb's Aufsatz „Herstellung und Prüfung von Teleskop-Objectiven und Spiegeln" die Vermuthung ausgesprochen, dass Alv. Clark sich bei Herstellung von Fernrohr-Objectiven der Hilfe der Theorie auf das Ausgiebigste bediene. Auf Grund von Mittheilungen des Herrn Prof. C. A. Young in Princeton (New Jersey) an mich (datirt vom 29. November 1880) kann ich berichten, dass Clark in durchaus derselben empirischen Weise arbeitet wie Grubb. Die betreffende Stelle lautet:

„The Clarks, in making object-glasses, proceed in this manner. They select and form a set of circular curves which will give an approximate correction for spherical aberration and color, without trying for any very close correction in this way. Afterwards they grind locally one surface of each of the lenses in such a way as to make the correction complete both for color and spherical error. They test the objectglass continually before a plane mirror, until rays from a minute orifice in the focal plane form the best possible focus at a point near the luminous orifice.“

Wenn die Firma Clark in solcher empirischen Weise ihre grossen Objective herstellt und dennoch die Leistung derselben eine gute ist, so gehört jedenfalls zur Ausführung dieser Methode eine sehr grosse praktische Erfahrung; selbst wenn diese aber wirklich vorhanden ist, glaube ich, dass die aufzuwendende Arbeitszeit durch vorherige exacte Berechnung der Krümmungsverhältnisse erheblich abgekürzt werden könnte. Allerdings behaupten die Anhänger der empirischen Methode, dass sie durch dieselbe von der Kugelgestalt abweichende Oberflächen schaffen, durch welche eine vollständigere Beseitigung der von der sphärischen Aberration herrührenden Fehler erreicht wird als durch die genaueste Rechnung, da bei letzterer noch Zwischenfehler für die nicht in Betracht gezogenen Entfernungen der Auffallspunkte der Lichtstrahlen auf das Objectiv von der Axe übrig bleiben. Ich möchte es jedoch dahingestellt sein lassen, ob durch die empirische Methode thatsächlich geringere Fehlerreste erreicht werden als durch die exacte Rechnung.“

Physikalische Demonstrationsapparate.

Zeitschr. z. Förd. d. physik. Unterrichts. 1886. Heft 7 bis 9.

In Heft 7 beschreibt Herr Dr. Dronke ein Planetarium, das nach ähnlichem Princip wie das früher beschriebene Tellurium mit elliptischer Erdbahn construirt ist. Die Scheibe, welche den Himmelsäquator darstellt, ist um nahe $23^1/_2{}^\circ$ gegen den Horizont geneigt; die Bahnen von Venus, Erde, Mars sind durch Messingringe nachgebildet, deren relative Grösse und Neigung den wirklichen Verhältnissen annähernd entsprechen. Verschiebbare Kugeln stellen die Planeten vor. — Ein einfaches Winkelmessinstrument für Schüler, aus verstellbarer Scheibe und darauf drehbarem Diopter bestehend, wird von Herrn Dr. F. W. Fischer angegeben.

Heft 8 enthält die Beschreibung eines Wasserzersetzungsapparates von A. Benecke; derselbe ist nach dem Princip des Hofmann'schen Apparates eingerichtet und nur insofern modificirt, als Auffangeröhren, Trichterrohr und Elektroden durch einen Kautschukstopfen geführt sind, der die breite Oeffnung des niedrigen Zersetzungsgefässes verschliesst.

Heft 9 bringt eine Reihe interessanter Mittheilungen aus der Experimentalphysik von Prof. Melde. Unter Anderem wird für den Laplace'schen Versuch über die Umkehrung der Spannungserscheinungen bei Flüssigkeiten, die sich in verschieden weiten communicirenden Röhren befinden, eine einfache Vorrichtung empfohlen; für Heberversuche und Nachweis der Druckverhältnisse in Flüssigkeiten wird eine Verbindung von Trichtern und Gummirohr angegeben; zum Platenu'schen Versuch wird Petroleum statt Oel als höchst brauchbar bezeichnet. — Herr Dr. Noack beschreibt einen Apparat zur Verflüssigung von Chloräthyl, modificirt nach Hofmann und H. Schulze (Ber. d. Dtsch. chem. Ges. 1879 und 1880); ferner ein für Demonstrationen geeignetes Luftthermoskop mit Quecksilberindex.

Pe.

Wasserschöpfer mit Tiefseethermometer.

Von Kapitän G. Rung. *Meteorol. Zeitschr. 3. (Zeitschr. d. Oest. Ges. f. Meteorol. 21.) S. 542.*

Das Instrument hat den Zweck, aus bestimmten Tiefen des Meeres Wasserproben heraufzuholen und gleichzeitig die Temperatur derselben Tiefen zu messen. — Der Apparat hat die Form einer gewöhnlichen Spritze, welche beim Versenken in die Tiefe mittels eines Bügels so an einer Klaue aufgehängt ist, dass die Spitze sich nach oben wendet und der Stempel der Spritze ganz in den Cylinder hineingedrückt ist. Die Leine, an

welcher der Apparat hinabgelassen wird, ist durch ein Loch der Klaue hindurchgezogen und endigt in dem Ring der Stempelstange; die Klaue ruht lose auf einem Knoten der Leine. Hat der Apparat die bestimmte Tiefe erreicht, so lässt man ein durchbohrtes Fallgewicht die Leine hinabgleiten; sobald dieses an die Klaue stösst, lässt letztere den Bügel los, die Spritze kippt um und indem der Cylinder der Spritze wegen seiner Schwere jetzt den Stempel entlang hinuntergleitet, saugt sich die Spritze voll Wasser. Um nun **gleichzeitig** die Temperatur dieser Wasserprobe zu bestimmen, ist im Innern der Stempelstange eines der bekannten Kipp-Thermometer von **Negretti & Zambra** enthalten; dasselbe befindet sich beim Versenken des Apparates ausserhalb des Cylinders, während Löcher in der Stange dem Wasser erlauben, auf dasselbe einzuwirken. Beim Umkippen der Spritze kippt auch das Thermometer um und man erhält also nach dem Heraufziehen des Apparates die Temperatur der Wasserprobe zur Zeit der Entnahme derselben, wenn man nur mit dem Herablassen des Fallgewichtes genügend lange gewartet hat, damit das Thermometer die Temperatur des umgebenden Wassers annehmen konnte. *W.*

Eine Wheatstone'sche Brücke für Luft- oder Wasserströme zu Demonstrationszwecken.

Von W. **Holtz**. *Wied. Ann. N. F.* **29.** *S. 675.*

Vier T-förmige Messingrohrstücke sind durch Kautschukschläuche so miteinander verbunden, dass sie einen Stromkreis für Wasser oder Luft mit einer Brücke bilden; an zwei gegenüberliegenden Stellen des Kreises befindet sich der Zu- und Abfluss. In das Kautschukrohrstück, welches die Brücke bildet, ist ein Glasrohr eingeschaltet, in dessen Mitte an einem Coconfaden ein leichtes Scheibchen hängt. Je nach dem Verhältniss der Widerstände in den einzelnen Theilen des Röhrensystems geht der Flüssigkeitsstrom analog dem elektrischen Strom stärker oder schwächer oder überhaupt nicht durch die Brücke, was an den Ausschlägen des Scheibchens zu erkennen ist. *L.*

Verwendung intermittirenden Lichtes zur Messung schneller Bewegungen.

Von G. **Hermite**. *Compt. Rend.* **103.** *S. 412.*

Um die Touren bei schnellen Rotationsbewegungen zu zählen, die unter dem Einfluss so schwacher Kräfte erfolgen, dass die Anwendung der gebräuchlichen Tourenzähler wegen des zu grossen Kraftverbrauches unthunlich oder wie etwa bei den Radiometern sogar unmöglich ist, kann die intermittirende Beleuchtung durch eine **Geissler**'sche Röhre verwendet werden. Erforderlich ist dabei die vollständige Gleichmässigkeit der Stromunterbrechungen im Inductor und die genaue Kenntniss ihrer Anzahl. Erstere erreicht man durch Verwendung eines constanten, nicht sehr starken Stromes. Um die Anzahl der Stromunterbrechungen zu finden, lässt man eine Pappscheibe, auf der eine Marke verzeichnet ist, durch ein Uhrwerk rotiren und beleuchtet sie durch die Geissler'sche Röhre. Wird der Strom v mal in der Secunde unterbrochen und macht die Scheibe r Touren, so sieht man die Marke der Scheibe $l = v/r$ mal auf dem von dieser beschriebenen Kreisumfang. Ist auf diese Weise v bestimmt, so kann die Tourenzahl r eines beliebigen rotirenden Körpers bestimmt werden. *L.*

Neu erschienene Bücher.

Geschichte des Königl. Preuss. Meteorologischen Institutes von seiner Gründung im Jahre 1847 bis zu seiner Reorganisation im Jahre 1885. Von Dr. G. **Hellmann**. Mit 6 Tafeln und 14 Holzschnitten. Berlin, A. Asher & Co. M. 4,00.

Es lag nahe, den Zeitpunkt der Reorganisation des Königl. Preuss. Meteorologischen Institutes zu benutzen, um die bisherige Wirksamkeit dieser Behörde geschichtlich zusammenzufassen. Von der berufenen Hand des Herrn Verfassers liegt uns nunmehr ein solches Bild vor.

In anziehender Weise wird die Geschichte der Entstehung des Institutes gegeben und dann seine bisherige Thätigkeit chronologisch geschildert. Hieran schliesst sich ein Verzeichniss der im Archiv vorhandenen Beobachtungs-Journale, die instrumentelle Ausrüstung der Stationen, die Beobachtungsformulare, die Publicationen des Institutes von 1847 bis 1885, endlich ein Verzeichniss der von den Beamten sowie von den auswärtigen Beobachtern veröffentlichten meteorologischen Arbeiten. — Für unsere Leser ist besonders der Theil von Interesse, welcher von der instrumentellen Ausrüstung der Stationen handelt; es wird hier eine Uebersicht der Instrumente gegeben, welche von 1847 an bis zur Neuzeit vom Meteorologischen Institute benutzt worden sind. Wenn unsere Leser hierin auch wenig Neues finden dürften, so ist die Zusammenstellung jedoch und besonders manche historische Notiz von Interesse. *W.*

Baule, Prof. Dr., Repetitorium der niederen Geodäsie. München, Augustin. M. 1,20.

H. Wild. Der magnetische Bifilar-Theodolith. St. Petersburg. M. 1,90.

S. Th. Stein. Das Licht im Dienste wissenschaftlicher Forschung. 5. Heft. Halle, Knapp. M. 4,00.

J. Ph. Herr. Lehrbuch der sphärischen Astronomie in ihrer Anwendung auf geographische Ortsbestimmung. Wien, Seidel & Sohn. M. 16,00.

T. Schuchardt. Versuche mit dem Ehrhardt'schen Atmometer. Halle.

C. A. Faul. A short treatise on levelling by vertical angles and the method of measuring distances by telescope and rod. New-York. M. 4,50.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 1. März 1887. Vorsitzender: Herr Fuess.

Nach eingehenden Mittheilungen über die Vorbereitungen zu der wenige Tage nach der Sitzung stattfindenden Fraunhofer-Feier führt der Vorsitzende den Apparat von Campbell und Stokes zur Registrirung der Dauer und Intensität des Sonnenscheins vor. Die Beschreibung dieses Apparates findet der Leser in dieser Zeitschrift 1883 S. 301.

Sitzung vom 15. März 1887. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Dr. A. König fesselte die Versammlung durch einen interessanten Vortrag über „das Gesetz von der Erhaltung der Kraft als Grundlage der modernen Naturauffassung". Der Inhalt des Vortrages liegt den Zielen dieser Zeitschrift leider zu fern, als dass an dieser Stelle darauf eingegangen werden könnte.

Der Vorsitzende berichtet sodann über den Verlauf der Fraunhofer-Feier. (Vgl. den Festbericht an der Spitze dieses Heftes.) Die entstandenen, ziemlich beträchtlichen Kosten werden von der Versammlung debattelos bewilligt. (Auch ausserhalb Berlin's ist der hundertjährige Geburtstag Fraunhofer's vielfach gebührend gefeiert worden. Wir heben besonders die Feier in München hervor, welche unter Mitwirkung der städtischen und wissenschaftlichen Behörden, sowie unter reger Theilnahme der hervorragenden Münchener Optiker und Mechaniker einen erhebenden Verlauf genommen hat, sowie die Festsitzung des Physikalischen Vereines in Frankfurt a. M., in welcher Herr E. Hartmann über die Entwicklung der optischen Glasschmelzkunst sprach und hierbei Gelegenheit nahm, dem glastechnischen Laboratorium in Jena, diesem im Geiste Fraunhofer's begründeten und geleiteten Institute, die wärmsten Wünsche für seine Zukunft auszusprechen. — D. Red.)

Eine Anfrage, wie man weichen Stahl — es handelt sich um Marken für geodätische Zwecke, welche sich schwarz abheben müssen und kein Licht reflectiren dürfen, — schön matt und dauerhaft schwärzen könne, beantwortet Herr Färber dahin, man möge den Stahl ebenso behandeln, wie man Messing schwarz brenne.

Zur Erleichterung des Geschäftsganges bittet die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik ihre auswärtigen Herren Mitglieder wiederholt, sich in allgemeinen Angelegen-

heiten an den ersten Vorsitzenden, in Kassensachen an den Schatzmeister und in Angelegenheiten der Bibliothek und der Versendung der Zeitschrift an den Archivar zu wenden. Die Namen der Vorstandsmitglieder bezw. die Adressen der oben genannten Vereinsbeamten mögen nachstehend noch einmal mitgetheilt werden: H. Haensch (Berlin S., Stallschreiberstrasse 4) erster, R. Fuess (Berlin SW., Alte Jakobstr. 108) zweiter, P. Stückrath dritter Vorsitzender, L. Blankenburg erster, A. Baumann zweiter Schriftführer, G. Polack (Berlin W., Steglitzerstr. 49) Schatzmeister, E. Goette (Berlin W., Markgrafenstr. 34) Archivar, C. Bamberg, J. Färber, W. Handke und Dr. H. Rohrbeck Beisitzer.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Verein Berliner Mechaniker.

Bericht über das neunte Geschäftsjahr: Der Verein hat gegen das Vorjahr einen Rückgang in der Zahl der Mitglieder zu verzeichnen, da trotz der Aufnahme von 22 neuen Mitgliedern die Anzahl auf 58 (gegen 63 im Vorjahre) herabgesunken ist. Der Grund des Rückganges liegt mehr in der Begründung eines neuen auf socialpolitischem Boden stehenden Fachvereines als in inneren Verhältnissen, da der Verein nach wie vor mit ernstem und anerkennenswerthem Streben an der wissenschaftlichen Weiterbildung seiner Mitglieder arbeitet, wie uns dem Nachstehenden hervorgeht. Im vergangenen Jahre haben 36 ordentliche Vereinsversammlungen, 2 ordentliche und eine ausserordentliche Hauptversammlung, sowie 17 Vorstandssitzungen stattgefunden. In diesen Sitzungen sind 13 wissenschaftliche Vorträge von Gelehrten, 6 von Vereinsmitgliedern gehalten worden, welchen sich noch zahlreiche kleinere Mittheilungen wissenschaftlichen und technischen Charakters anschlossen; ausserdem fanden 5 Excursionen zur Besichtigung wissenschaftlicher und gewerblicher Anstalten statt. Die Bibliothek, die einen Werth von 1000 Mark besitzt, hat im vergangenen Jahre keine wesentliche Bereicherung erfahren, da der hierfür bisher verwendete Betrag zur Einrichtung eines neunmonatlichen Unterrichtscursus in der Mathematik verwendet wurde, an welchem die Mitglieder regen Antheil nahmen. — Wir wünschen dem wackeren und strebsamen Vereine im neuen Geschäftsjahre weiteres Gedeihen.

Berliner Zweigverein der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft.

Jahresbericht über das dritte Vereinsjahr 1886: Der Verein hat sich im vergangenen Jahre in erfreulicher Weise weiter entwickelt. Er tritt in das neue Vereinsjahr mit 105 Mitgliedern gegen 102 im Vorjahre. An den bestimmungsmässigen 8 Sitzungsabenden wurden 14 wissenschaftliche Vorträge gehalten und kleinere Mittheilungen gemacht, an welche sich meistens eine rege Discussion schloss. Der Vorstand war im vergangenen Jahre unverändert derselbe wie früher, mit Ausnahme des Vorsitzenden, da an Stelle des nach den Satzungen ausscheidenden Geh. Oberregierungsrath Dr. H. Thiel Herr Prof. Dr. v. Bezold trat.

Dem Jahresbericht schliesst sich eine Mittheilung des Schriftführers Herrn Dr. H. Hellmann über die auf seine Veranlassung vom Verein in und bei Berlin eingerichteten Regenstationen an. Der Gegenstand liegt im Ganzen den Zielen dieser Zeitschrift etwas fern; wir beschränken uns daher darauf, dem Bericht einige Bemerkungen über die Aufstellung von Regenmessern zu entnehmen.

„Alle bisher bekannt gewordenen Erfahrungen weisen darauf hin, dass eine ganz freie, ringsum ungeschützte Aufstellung der Regenmesser in unserem Klima, namentlich für die Messung der winterlichen Niederschläge, sich deshalb als unzweckmässig erweist, weil der alsdann gewöhnlich lebhaftere Wind einerseits Wirbelbildungen um den Regenmesser hervorruft und dadurch das Hineinfallen der Niederschläge zum Theil verhindert, andrerseits den bereits im Auffanggefäss gesammelten Schnee aus diesem oft wieder herausweht. Gerade diese letztere Erfahrung ist jüngst wieder bei den starken Schneegestöbern, welche seit dem 20. December 1886 allerwärts wiederholt aufgetreten sind, gemacht worden. In ganz frei aufgestellten Regenmessern hat man oft nicht den zehnten Theil der wirklich gefallenen Niederschläge gemessen.

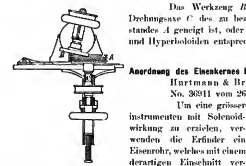
„Wie von Herrn Wild in Petersburg und vom Verfasser des Jahresberichtes bereits vor Jahren hervorgehoben worden ist, übt ein um den Regenmesser gesetzter Schutzzaun von entsprechender Höhe die günstigste Wirkung in dieser Beziehung aus.

„Wo also nicht schon ähnliche Verhältnisse die gleiche Wirkung erzielen, wie z. B. geräumige Höfe, Gartenzäune u. dergl., wird man von der bisher in allen Instructionen zu findenden Vorschrift, „den Regenmesser so frei als möglich zu exponiren", abgehen bezw. dieselbe dahin abändern müssen, dass ein auf freiem Terrain aufgestellter Regenmesser mit einem Schutzzaun zu umgeben ist, dessen Oberkante von der Auffangfläche des Regenmessers aus gesehen unter einem Winkel von etwa 20 bis 25° erscheint. Dadurch wird allerdings die Einrichtung eines dichtmaschigen Netzes von Regenstationen theurer zu stehen kommen, als man bisher annahm. Es wird der solide Schutzzaun wohl in allen Fällen mehr kosten, als der vollständige Regen- und Schneemesser selbst."

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Maschine zum Schneiden oder Schleifen von sphärischen oder sphäroidischen Rotationsflächen. Von Jos. und Jan. Frič in Prag. No. 36188 vom 20. Januar 1886.

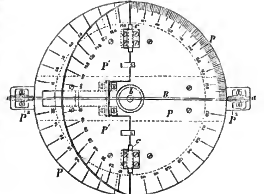


Das Werkzeug *B* rotirt um eine Axe, welche zu der Drehungsaxe *C* des zu bearbeitenden ebenfalls rotirenden Gegenstandes *A* geneigt ist, oder bei Rotations-Ellipsoiden, Paraboloiden und Hyperboloiden entsprechend curvenförmig geführt wird.

Anordnung des Eisenkernes bei elektrischen Messapparaten. Von Fa. Hartmann & Braun in Bockenheim — Frankfurt a. M. No. 36911 vom 26. Februar 1886.

Um eine grössere Empfindlichkeit bei elektrischen Messinstrumenten mit Solenoidwirkung zu erzielen, verwenden die Erfinder ein Eisenrohr, welches mit einem derartigen Einschnitt versehen ist, dass für eine gewünschte Lage von Solenoid und Eisenrohr zu einander die Differenz der von beiden Solenoidpolen influenzirten Eisenmassen eine maximale ist.

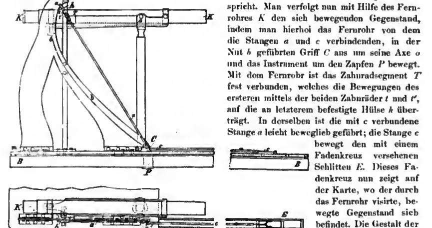
Instrument zur Veranschaulichung und Berechnung sphärischer Dreiecke. Von C. Volbers in Hamburg. No. 36889 vom 13. April 1886.



Auf der mit einem in der Figur verdeckten Handgriff versehenen Platte P^2 ist der halbkreisförmige, in 180° getheilte Bügel *B* bei *aa* drehbar befestigt. In der Ebene der Axe *aa* ist die um *b* drehbare, in 360° getheilte Platte *P* angebracht, die die halbkreisförmige, um *cc* drehbare Platte P^1 trägt. Mit Hilfe dieser drei Platten lassen sich sphärische Dreiecke darstellen, unbekannte Stücke derselben bestimmen u. dgl.

Instrument zur kartographischen Bestimmung des Weges eines auf horizontaler Fläche sich bewegenden Gegenstandes. Von H. G. J. Stang in Christiania (Norwegen). No. 37912 vom 28. April 1886.

Die Karte wird auf den Tisch *B* derart gelegt, dass die Axe des verticalen Drehzapfens *P*, um welchen das ganze Instrument in horizontalem Sinne drehbar ist, auf den Punkt der Karte trifft, der dem Beobachtungsorte entspricht. Man verfolgt nun mit Hilfe des Fernrohres *K* den sich bewegenden Gegenstand, indem man hierbei das Fernrohr von dem die Stangen *a* und *c* verbindenden, in der Nut *b* geführten Griff *C* aus um seine Axe *o* und das Instrument um den Zapfen *P* bewegt. Mit dem Fernrohr ist das Zahnradsegment *T* fest verbunden, welches die Bewegungen des ersteren mittels der beiden Zahnräder *t* und *t'*, auf die an letzterem befestigte Hülse *h* überträgt. In derselben ist die mit *c* verbundene Stange *a* leicht beweglich geführt; die Stange *c* bewegt den mit einem Fadenkreuz versehenen Schlitten *E*. Dieses Fadenkreuz nun zeigt auf der Karte, wo der durch das Fernrohr visirte, bewegte Gegenstand sich befindet. Die Gestalt der Curve (Nut) *b* muss durch Rechnung oder auf empirischem Wege ermittelt werden.



Für die Werkstatt.

Hart gewordenen Kautschuk zu erweichen. Revue Chronometrique 1886 S. 235.

Als ein sehr gutes Mittel, hart gewordenen Kautschuk zu erweichen, wird empfohlen, denselben mit einer dünnen Schicht Vaseline zu bedecken und vorsichtig über einer Spirituslampe zu erwärmen. Dies Verfahren wiederholt man nach einiger Zeit, sobald der erste Ueberzug von Vaseline gehörig eingezogen ist. Kautschuk, besonders der schwach vulcanisirte schwarze, soll dadurch seine ursprüngliche Elasticität wieder erhalten, vorausgesetzt, dass die Veränderung sich nicht schon so weit vorgeschritten zeigte, dass der Kautschuk brüchig war.

In *Heft 11* der *Neuesten Erfindungen und Erfahrungen* wird zum gleichen Zweck für dünnere Gummigegenstände (Gummiringe u. s. w.) das Einlegen derselben in verdünntes Ammoniak (1 Theil käufliches Ammoniak auf 2 Theile Wasser), je nach dem Grade der Verhärtung während der Dauer von 5 bis 30 Minuten empfohlen.

Jedes der verschiedenen für den gleichen Zweck vorgeschlagenen Mittel kann nach Ansicht des Referenten der Natur der Sache nach nur eine schon eingetretene Oberflächenveränderung unschädlich machen. Solche Veränderungen treten durch directe Einwirkung von Licht und Luft ein. Für möglichst lange Conservirung der guten Eigenschaften des Gummis ist es demnach erforderlich, die Einwirkung von Licht und Luft soweit thunlich auszuschliessen. Neue Schläuche u. s. w. wird man demnach am Besten in Blechbüchsen aufbewahren, in welche man zweckmässig einen mit Benzin befeuchteten Wattebausch legt. Im Gebrauch befindliche Gummigegenstände wird man durch Einfetten haltbarer machen können und für diesen Zweck empfiehlt sich natürlich am Meisten ein nicht oxydirbares (nicht ranzig werdendes) Fett, wie es Vaseline ist. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Lange jetzt Otto Lange in Berlin NW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

VII. Jahrgang. **Mai 1887.** Fünftes Heft.

Ueber die elastische Nachwirkung beim Federbarometer.

Von

C. Reinhertz in Poppelsdorf bei Bonn.

I. Vorbemerkungen.

Ueber den Werth und die Verwendbarkeit der Federbarometer in der Wissenschaft und Technik, über ihre Behandlung und die Bestimmung ihrer Constanten, ist, nachdem die Instrumente mehr und mehr in Gebrauch genommen wurden, eine umfangreiche Literatur entstanden. Während in der ersten Zeit die Urtheile über die Brauchbarkeit der Federbarometer sehr auseinandergingen, und einerseits eben so widersprechende Anforderungen an die Leistungen des Instrumentes gestellt, wie andrerseits Angaben über die erreichbare Genauigkeit gemacht wurden, ist in Folge der bei der vielseitigen praktischen Verwendung der Instrumente gemachten Erfahrungen, demselben nach und nach die ihm gebührende Stellung, nämlich die eines Interpolationsinstrumentes, angewiesen worden.

Die zuverlässigsten auf ausgedehnten Beobachtungsreihen und langjährigen Erfahrungen gegründeten Urtheile geben den Fehler einer Luftdruckbestimmung mittels eines gut construirten, sorgfältig behandelten und geprüften Instrumentes, einer der gebräuchlichen Constructionen (abgesehen vom Bourdon'schen Aneroid), zu 0,1 bis 0,2 mm an. Vogler[1]) leitet aus den Angaben von Bauernfeind, Schoder und Koppe den Fehler einer Höhenbestimmung zu 1,6 m ab. Obwohl nun diese Fehlerangaben eine vielen Anforderungen genügende Genauigkeit darlegen, so wird doch dem Aneroide immerhin noch ein gewisses Misstrauen entgegengebracht, und dieses hat auch seine Berechtigung, solange nicht für jede Ablesung die Innehaltung der angegebenen Fehlergrenzen unzweifelhaft verbürgt ist, und irgendwelche Ursachen die Zuverlässigkeit der Instrumentangaben uncontrolirbar beeinflussen können.

Zur Umwandlung der Ablesung eines Federbarometers in die Angabe, welche ein Quecksilberbarometer, nach Anbringung der erforderlichen Reductionen, an seiner Stelle liefern würde, sind derselben drei Verbesserungen beizufügen:

1. Die „Temperatur-Verbesserung", d. h. die Reduction der mit der Temperatur veränderlichen elastischen Kraft der zu dem Federsystem des Instrumentes verwendeten Metalle, sowie die Reduction der Spannkraft der in der Büchse enthaltenen Luft auf eine Normal-Temperatur,

[1]) Vogler, Entwerfen graphischer Tafeln, Seite 144.

2. Die „Theilungs-Verbesserung“, d. h. die Umwandlung der Eintheilung des betreffenden Instrumentes in die Millimetertheilung des Quecksilberbarometers, bezogen auf einen bestimmten Anfangspunkt und
3. die sogenannte „Standverbesserung“ zur Beseitigung des nach Anbringung der ersten beiden Grössen noch bleibenden Unterschiedes.

Unter der Voraussetzung, dass die Temperatur- und Theilungs-Verbesserung bei dem Gebrauche des Instrumentes genau seinen thatsächlichen Eigenschaften entsprächen, würde dasselbe zur Messung von Druckunterschieden, bezw. nach Anbringung der Stand-Verbesserung, des absoluten Luftdruckes anwendbar sein, wenn diese Stand-Verbesserung für die Zeit der Bestimmung eine constante Grösse wäre.

Dies ist aber nicht der Fall, es zeigt sich vielmehr, dass dieselbe einer gewissen Veränderlichkeit unterworfen ist, und zwar sowohl einer dauernden als auch einer vorübergehenden, welche ihren Grund in einer Formänderung der elastischen Federn selbst bezw. in den bei Druckänderungen auftretenden elastischen Nachwirkungen haben.

Zur Ermittlung der Beziehungen dieser Veränderlichkeit sind von verschiedenen Seiten[1]) eine Anzahl zum Theil sehr umfangreicher Beobachtungsreihen und Untersuchungen angestellt worden. Bei denselben wird die in Rede stehende Veränderlichkeit im Wesentlichen als eine Function der Zeit aufgefasst, und es tritt das Bestreben hervor, ohne eine Trennung der beiden angeführten, die Standänderung bedingenden Ursachen, aus den Amplituden der zu Tages-, Monats- und Jahresmitteln vereinigten Standverbesserungen, der bei den natürlichen Luftdruckschwankungen beobachteten Instrumente, nach Analogie des Chronometers, einen „Gang“ des Aneroides abzuleiten. Nur zwei Arbeiten, von Grassi[2]) und Kröber[3]) sind mir bekannt geworden, in denen die allein von der elastischen Nachwirkung herrührenden Standänderungen speciell behandelt sind. Grassi untersucht den Einfluss von Druckänderungen auf den Stand des Aneroides unter der Luftpumpe, und stellt, ohne Rücksicht auf die Zeit, die Grösse der gefundenen Abweichungen („Sprünge“) allein als eine Function des vorhergegangenen Druckunterschiedes dar. Er vereinigt seine Resultate in neun Sätzen, von denen der siebente das Abhängigkeitsverhältniss der Grösse der Abweichung vom Druckunterschied zum Ausdruck bringt; derselbe lautet: „Die Grösse des Sprunges ist verschieden und proportional der Amplitude der vorhergehenden Druckperiode.“

Kröber beobachtet direct die durch Druckänderungen unter der Luftpumpe entstehenden elastischen Nachwirkungen und verfolgt den Verlauf derselben nach Einstellung der Druckänderung bei einzelnen Versuchsreihen. Er kommt jedoch (Seite 331) zu dem Ausspruch: „Die elastische Nachwirkung überschreitet anfangs weit die Grenze des neuen Beharrungszustandes, erreicht einen Culminationspunkt und nähert sich dann allmälig rückwärts laufend dem ersteren wieder.“ Ein solcher Verlauf der elastischen Nachwirkung stimmt aber nicht überein mit den sonstigen durch experimentelle Untersuchungen an verschiedenen elastischen Körpern über dieselbe gefundenen Resultaten. Obwohl nun als Ursache der, bei der Vergleichung von Aneroiden mit dem Quecksilberbarometer bei gewöhnlichem Luftdruck, bei Bergbesteigungen und Luftpumpenversuchen, beobachteten Abweichungen stets die

[1]) Schreiber. Carl's Repertorium. IX. S. 193. — Jelinek. Carl's Repertorium. XIII. S. 54. — Weilenmann. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft zu Zürich. Bd. 18. Seite 213. — [2]) Grassi. Ricerche sperimentali etc. Roma 1875 und 1877. — [3]) Kröber. Zeitschrift für Vermessungswesen 1881. Seite 305.

elastische Nachwirkung hingestellt wird, so findet sich doch in der Literatur keine specielle Behandlung des Gegenstandes, die einen Aufschluss über das Wesen der fraglichen Veränderlichkeit giebt. Es schien daher einiges Interesse, und als ein Beitrag zu Kenntniss und Ausbildung der für die Wissenschaft und Technik so wichtigen Instrumentgattung einigen Werth zu haben, den Einfluss der elastischen Nachwirkung auf die Angaben eines Federbarometers auf experimentellem Wege zu untersuchen.

Das Federsystem dessen elastische Kraft bei den zur Zeit gebräuchlichen Aneroiden zur Messung der Druckdifferenzen benutzt wird, besteht aus einer nahezu luftleeren Büchse und einer sie spannenden kräftigen Blatt- oder Spiralfeder. Im ersteren Falle, der bei den Instrumenten nach dem System von Naudet und von Goldschmid in Anwendnng ist, wirkt die spannende Blattfeder direct auf die Büchse ein und ihre Formänderungen werden entweder mittels eines Zeigerwerkes, mechanisch stark vergrössert, unmittelbar an einer getheilten Scale ablesbar gemacht (Naudet) oder in der Art gemessen, dass das federnde System durch eine Mikrometerschraube mit getheilter Trommel auf eine durch einen festen Index bestimmte Normalstellung zurückgeführt wird (Goldschmid). Im zweiten Falle, bei System Reitz in Anwendung, wirkt die spannende Spiralfeder erst mittelbar durch einen Hebel mit starker Uebersetzung auf die Büchse ein. Der Hebel trägt an seinem freien Ende eine getheilte Scale, die durch ein Mikroskop abgelesen wird. Die Büchse ist zusammengesetzt aus zwei kreisrunden, federhart gewalzten Neusilberwellblechen, die auf einen kräftigen Ring aufgelöthet sind. Der Durchmesser der Büchsen der mittleren und grösseren Aneroide variirt zwischen 5,8 und 7,4 cm; auf den beiden Seitenflächen lastet demnach (ohne Berücksichtigung der inneren Luft) ein Druck von etwa 55 bis 90 kg. Bei dieser Zusammensetzung des Instrumentes muss die Veränderlichkeit der Stand-Verbesserung nothwendigerweise doppelter Art sein:

1. eine langsame, unabhängig von den vorkommenden Druckschwankungen,
2. eine in Folge dieser Druckschwankungen als elastische Nachwirkung auftretende.

Diese letztere haftet dem Federsystem in seiner Eigenschaft als elastischer Körper an; sie muss, soweit sie überhaupt eine Regelmässigkeit zeigt, bei allen Instrumenten von gleicher Bauart einen innerhalb gewisser Grenzen ähnlichen Verlauf nehmen, während die zuerst genannte, langsam mit der Zeit vor sich gehende Aenderung, in Folge der Construction und Zusammensetzung jedem einzelnen Instrumente eigenthümlich sein wird, und nur für jedes einzelne Individuum aus längeren Vergleichungen mit einem Normal-Instrumente ermittelt werden kann.

Die Ursachen, welche eine solche Veränderung hervorrufen, sind verschiedener Art. Bei dem stetig auf der Büchse ruhenden Druck von der angegebenen Grösse, der auf die ganze Fläche der Bleche gleichmässig wirkt, kann eine Deformirung der eingepressten Rinnen nicht ausbleiben, da an den Rändern der starre Ring nicht nachgiebt, und in der Mitte die Zugkraft der starken Spannfeder angreift; die Wellen der Bleche werden sich in Folge dessen etwas abflachen.

Wenn in den Wandungen der Büchse ein Fehler sein sollte, so wird Luft in das Innere eindringen und somit nicht nur den Temperaturcoefficienten beeinflussen, sondern auch stetig zunehmend die Stand-Verbesserung ändern. Ferner wird auch die bei Montirung des Instrumentes durch das Spannen von Feder und

13*

Büchse entstehende elastische Nachwirkung noch sehr lange sich geltend machen, obgleich diese, sowie die beim Eindrücken der Rinnen in die Bleche und bei der sonstigen Zusammensetzung des Instrumentes entstehenden Spannungen, in der Werkstatt in der Regel durch wiederholtes starkes Erhitzen möglichst beseitigt werden.

Diese Veränderlichkeit des Instrumentes (abgesehen von absichtlichen Verstellungen durch Anziehen der Regulirschraube) ist niemals zu vermeiden. Ein Instrument ist aber nur dann unbrauchbar, wenn diese Veränderlichkeit nicht innerhalb so enger Grenzen bleibt, dass sie mit Sicherheit zu ermitteln ist. Die bei der jahrelangen Verwendung von Aneroiden gesammelten Erfahrungen haben ergeben, dass dieselbe für einen Zeitraum von mehreren Jahren bei guten Instrumenten in der Regel unter 1 bis höchstens 2 mm bleibt, so dass also diese Veränderlichkeit des Standes so gering ist, dass sie auf alle Interpolationsmessungen, vor Allem auf Höhenmessungen, ohne jeden Einfluss ist.

Functionirt dagegen ein Federbarometer längere Zeit selbständig, z. B. als Stations-Instrument auf meteorologischen Stationen, so muss eben der Gang dieser Aenderung von Zeit zu Zeit bestimmt werden. Solche Instrumente werden mindestens mehrere Monate lang vorher sorgfältig zu beobachten sein, und wenn die fortschreitende Aenderung von Bedeutung ist, so werden dadurch auch unzweifelhaft die relativen Angaben so unsicher werden, dass das Instrument für den bestimmten Zweck als unbrauchbar erklärt werden muss.

Ganz unabhängig von der bisher besprochenen fortschreitenden Aenderung ist die durch die Druckschwankungen, denen das Instrument ausgesetzt wird, entstehende elastische Nachwirkung.

Nachdem Weber[1]) 1835 zum ersten Mal auf die elastische Nachwirkung aufmerksam machte und nach seinen Versuchen an Coconfäden eine theoretische Erklärung und eine Formel für dieselbe aufstellte, hat vornehmlich Kohlrausch[2]) den Gegenstand weiter verfolgt und entwickelt. Neben den späteren experimentellen Arbeiten, die im Wesentlichen Bestätigungen und Ergänzungen zu den von Kohlrausch gefundenen Resultaten liefern, sind theoretische Untersuchungen über das Wesen der elastischen Nachwirkung angestellt worden; eine allen bisher beobachteten Eigenthümlichkeiten des Vorganges entsprechende Theorie giebt es jedoch noch nicht.

Der Grundsatz der Elasticitätslehre: „Der augenblickliche Gleichgewichtszustand eines Körpers entspricht den augenblicklich auf ihn wirkenden Kräften“, bedarf in Folge der über die elastische Nachwirkung gefundenen Resultate insofern einer Beschränkung, als dieser, durch die in jedem Momente wirkende Kraft bedingte Gleichgewichtszustand zwar eintreten wird, aber nicht sofort in dem Moment der Einwirkung, sondern erst nach Verlauf einer gewissen Zeit.

In gleicher Weise modificirt sich auch der Satz über die Biegungselasticität, auf welcher die Ausnutzung der Federverbindung des Aneroides beruht: „Die Grösse der Biegung ist den biegenden Kräften proportional“, und unter der elastischen Nachwirkung, die bei einer Deformation dieses Federsystems auftritt, ist diejenige Bewegung zu verstehen, die dasselbe in Folge des durch die Formveränderung hervorgerufenen Abstandes seiner kleinsten Theilchen von ihrer, der momentan wirkenden, äusseren Kraft entsprechenden Gleichgewichtslage, auszuführen hat.

Die bei Druckänderungen entstehenden Deformationen der Büchse im Aneroid

[1]) Pogg. Ann. 34 und 54. — [2]) Pogg. Ann. 119, 128, 158 und 160.

sind so gering, dass (bei dem doch immerhin complicirten Federsystem) nicht ohne Weiteres zu erwarten ist, dass die in Folge der Nachwirkungen eintretenden Standänderungen eine Regelmässigkeit zeigen oder nicht unter anderen Einwirkungen verschwinden werden. Nach den Angaben von Hartl[1]) und Schwirkus[2]) und nach eigenen an einzelnen der untersuchten Instrumente vorgenommenen Messungen, kann bei den gebräuchlichen Instrumenten die Eigenbewegung der Büchse für 1 mm Quecksilbersäule auf durchschnittlich etwa 0,005 mm angenommen werden, so dass also bei den gewöhnlichen Schwankungen des Luftdruckes bis zu 30 mm nur 0,15 mm Bewegung der Büchse auftritt, bei 100 mm nur 0,5 mm. Wenn nun diese geringen Biegungen Nachwirkungen hervorrufen, die sich durch ein Gesetz darstellen lassen, so darf *a priori* behauptet werden, dass die Messung mit Hilfe der Elasticität einer hohen Genauigkeit und Ausbildung fähig sein muss.

Die beim Aneroid vorkommenden Nachwirkungen sind doppelter Art:

a) solche, die während einer Druckänderung und

b) solche, die nach dem Einstellen derselben auftreten.

Es handelt sich nunmehr darum, auf experimentellem Wege diese Nachwirkungserscheinungen zu verfolgen und festzustellen:

1. ob die beim Federbarometer auftretende elastische Nachwirkung einen regelmässigen und gesetzmässigen Verlauf nimmt,
2. ob dieselbe sich durch eine der für andere elastische Körper als giltig befundenen Formeln darstellen lässt,
3. in welchem Verhältniss die Grösse und die Art ihres Verlaufes „nach“ Einstellung einer Druckänderung zum vorhergehenden Druckunterschied und der Geschwindigkeit der vorgenommenen Druckänderung [Tempo] steht,
4. in welcher Weise die „während“ der Druckänderung sich zeigende Nachwirkung auftritt, und in welchem Verhältniss sie zur Geschwindigkeit der Druckänderung [Tempo] steht,
5. wie eine Temperaturänderung die elastische Nachwirkung beeinflusst,
6. ob und in welchen Fällen eine Correction an den Instrumentangaben möglich, erforderlich bezw. zweckmässig erscheint.

II. Apparate und Beobachtungsmethode.

Die Beobachtungen wurden ausgeführt in der geodätischen Sammlung der landwirthschaftlichen Akademie zu Poppelsdorf mit Benutzung der in derselben befindlichen Instrumente und Vergleichsapparate, wozu der Conservator der Sammlung, Herr Koll, seine Erlaubniss gütigst ertheilte.

Die angestellten Beobachtungen sind Vergleichungen der Federbarometer mit dem Quecksilberbarometer und zwar:

a) bei den gewöhnlichen Druckschwankungen der Atmosphäre im Winter 1885/6 und

b) bei künstlicher Druckänderung im Sommer 1886.

1. Beobachtungen im Winter 1885/86.

Dieselben wurden angestellt, um zu untersuchen, in wie weit die elastische Nachwirkung sich bei den gewöhnlichen Luftdruckschwankungen geltend macht,

[1]) Hartl: Praktische Anleitung zum Höhenmessen. Seite 41. — [2]) Schwirkus: Zeitschrift für Instrumentenkunde 1883. Seite 89.

und ob dieselbe von der fortschreitenden Aenderung und anderen Einflüssen zu trennen sei.

Das zu allen Vergleichen benutzte Quecksilberbarometer ist ein Normalbarometer[1]) No. 182 von Fuess (Berlin), Gefässheber mit 15 mm weiter Röhre und 0,05 mm Nonienangabe. Das Instrument hängt in einem für dasselbe gebauten Schrank, der es vor Staub und Beschädigung schützen soll. An der inneren Wand des Kastens sind Papierstreifen befestigt, auf welche sich die Kuppen äusserst scharf projiciren und stets sehr sichere Einstellungen ergeben. In gleichen Abständen über und unter dem inneren Thermometer sind an der Wand des Kastens in mit Quecksilber gefüllten Röhren, von derselben Weite, wie sie das Instrument in der betreffenden Höhe hat, Thermometer angebracht, die die Angabe des Instrumentthermometers controliren sollen. Während der Beobachtungszeit wurde das Instrument mehrmals auf sein Vacuum hin geprüft; dasselbe fand sich stets unverändert. Aus mehreren Beobachtungsreihen ergab sich der mittlere Fehler einer Ablesung zu 0,02 mm.

Die untersuchten Federbarometer sind:

Zwei Instrumente von Naudet, ohne Nummer, 11 cm Scalendurchmesser, 1880 angekauft, beide nicht gegen Temperatur compensirt.

Zwei Nivellir-Barometer nach Goldschmid von Hottinger (Zürich) No. 3307 und 3313, 1881 angekauft.

Zwei Instrumente von Bohne, (Berlin) No. 492 und 538, 1883 angekauft, 11 cm Scalendurchmesser, beide gegen Temperatur durch Zusammensetzung des von der Feder ausgehenden starren Armes compensirt[2]). Ein Instrument, System Reitz, von Deutschbein (Hamburg) No. 39, 1883 angekauft. Die Barometer sollen in Folgendem der Reihe nach bezeichnet werden mit: *N. 3.* und *N. 4.*, *G. 5.* und *G. 6.*, *B. 7.* und *B. 8.*, *R. 9.*

Die Instrumente standen auf einem Tisch neben dem Normalbarometer mit ihren zugehörigen Etuis in eigens für die Prüfung derselben angefertigten Kästen, so dass dieselben nach Möglichkeit gegen Temperaturwechsel geschützt waren, und die unvermeidlichen Schwankungen nur langsam eintreten konnten, also auch die inneren Thermometer die thatsächlich eintretenden Temperaturdifferenzen angegeben haben müssen. Die Ausführung der Vergleichungen geschah in der Weise, dass zuerst das Normalbarometer abgelesen wurde, sodann der Reihe nach die einzelnen Instrumente und schliesslich wieder das Normalbarometer; die den einzelnen Instrumenten entsprechenden Angaben des Normalbarometers wurden zwischen die Anfangs- und Schluss-Ablesung der Zeit nach interpolirt.

2. Beobachtungen bei künstlicher Druckänderung.

Dieselben wurden angestellt, um das Abhängigkeitsverhältniss der auftretenden Nachwirkungen vom Druckunterschied und der Geschwindigkeit der Druckänderung zu ermitteln. Es wurden vier Instrumente untersucht und zwar: *N. 3.*, *B. 8.*, *G. 5.* und *R. 9.*, so dass zugleich Instrumente verschiedener Construction verglichen werden konnten, insofern es überhaupt möglich ist, von einem Exemplar auf andere zu schliessen. Die Instrumente *N. 3.* und *B. 8.* bezw. *G. 5.* und *R. 9.* standen mit ihren Etuis in zwei für den vorliegenden Zweck construirten, luftdicht durch eine Glas-

[1]) Bericht über die wissensch. Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausst. 1879 Seite 221. — [2]) Ebendaselbst S. 122.

platte verschlossenen, flachen Metallkästen zusammen. Die beiden Zeigerinstrumente wurden durch die Glasplatte abgelesen. Um den Kopf der Schraube des Goldschmid'schen Instrumentes wurde ein Ring mit zwei diametral gegenüberstehenden Ansätzen geschraubt, welche von einer, durch eine in der Glasplatte angebrachte Stopfbüchse gehenden, mit Handhabe versehenen, Führung gefasst wurden. Die Ablesung geschah durch ein in der Kastenwand angebrachtes Fenster aus geschliffenem Glase mittels einer an einem Arm verschiebbar angebrachten Lupe. Ein der Ablesungsvorrichtung gegenüber an der inneren Kastenwand befestigtes Blatt Zeichenpapier lieferte ein vorzügliches, stets gleichmässiges, mattes Licht, so dass die Coincidenz der Fühlhebelmarken sehr scharf zu beobachten war. Für die Ablesung des Reitz'schen Instrumentes waren gegenüberliegend in der vorderen und hinteren Kastenwand zwei Fenster derart angebracht, dass die optische Axe des Mikroskopes des in den Kasten hineingestellten Instrumentes in die Verbindungslinie dieser beiden Fenster fiel. Die Beleuchtung der Scale geschah durch die Lichtöffnung in der hinteren Kastenwand mittels eines mit Zeichenpapier beklebten Brettchens, das in einem Rahmen um zwei Axen wie ein Heliotropenspiegel beweglich angebracht war, so dass das von einem Fenster auffallende Licht durch Drehung der Papierfläche auf die Beleuchtungslinse im Inneren des Instrumentes geworfen werden konnte. Das damit erhaltene matte Licht ermöglichte sehr sichere Ablesungen.

Die besprochenen Metallbehälter standen in mit Tuch ausgeschlagenen Holzkästen, so dass Temperaturwechsel im Zimmer nicht direct auf die Metallflächen und damit auf die Temperatur im Inneren der Kästen einwirken konnten. Beide Behälter waren durch Hahnen verschliessbar und standen durch Schlauchverbindungen gleichzeitig mit dem neben dem Arbeitstisch in seinem Kasten hängenden Normalbarometer und einem Regulator in Verbindung. Um die bei längerem Arbeiten vor dem Normalbarometer durch die Körperwärme entstehende Temperaturerhöhung möglichst zu vermeiden, oder doch wenigstens ihr Einwirken gleichmässig zu machen, wurde das Instrument mit einer mehrfachen dicken Lage von Papier und Tuch umhüllt; am Nonienschieber war, um die in der Ablesungshöhe noch freibleibende Quecksilbersäule beim Einstellen vor Erwärmung durch den Athem zu schützen, ein Schirm angebracht, und das Thermometer wurde vor und nach jeder Einstellung durch eine in der Umhüllung befindliche Klappe abgelesen. So gelang es, die Temperaturschwankung des Instrumentes in ziemlich engen Grenzen zu halten.

Die Druckänderungen wurden durch Verdünnen und Verdichten der Luft in einem Schwefelsäureballon hervorgerufen, die Verdünnungen mittels einer Bunsen'schen Wasserluftpumpe. Dieselbe ist nach den Angaben von Schreiber[1]) in einfacher Weise aus Glasröhren und Gummischläuchen zusammengesetzt; das Bassin wird durch die Wasserleitung gespeist. Der Ballon stand mit einem Quecksilbermanometer und einem Regulator derart in Verbindung, dass die Spannungsänderungen der in dem Ballon eingeschlossenen Luft nur durch diesen Regulator auf die in den Kästen befindlichen Instrumente einwirken konnten, und die Grösse der Spannung durch das Manometer angegeben wurde. Der zu dem vorliegenden Zweck construirte Regulator bestand aus einem luftdicht schliessenden Messingcylinder von 4,5 cm Länge und 2,5 cm Durchmesser, der an einer Kopffläche und seinem Mantel mit je einem Hahn versehen war. Der Zutritt der Luft von dem an der Vorder-

[1]) Schreiber, Handbuch der barom. Höhenmessungen. Seite 171.

fläche liegenden Hahn aus (der in Verbindung mit dem Ballon und dem Manometer stand), zu dem Inneren des Cylinders und dadurch mittels des seitlichen Hahnes zu den Instrumenten wurde vermittelt durch eine Schraube mit conischem Gewinde, welche durch die gegenüberliegende Schlussfläche des Cylinders hindurchgehend einen randirten Knopf und eine mit Theilung versehene Trommel trug. Durch entsprechende Regulirung des im Ballon erzeugten Ueberdruckes, der durch das Manometer angegeben wurde, sowie durch an der Theilung der Trommel abzulesende Bewegungen der Schraube wurde es möglich, jede beliebige Druckänderung mit Sicherheit herzustellen, indem der Ueberdruck sich durch das Schraubengewinde hindurchsaugend, den Untersuchungskästen mittheilte.

3. Anordnung und Ausführung der Beobachtungen.

Um die Abhängigkeit der Nachwirkungserscheinungen vom Druckunterschied und der Schnelligkeit der Druckänderung zu ermitteln, wurden die Beobachtungen derart angeordnet, dass einmal die Nachwirkungsgrössen verglichen werden konnten bei constanter Geschwindigkeit der Druckänderung und verschiedenen Druckunterschieden, und das andere Mal bei constantem Druckunterschied und verschiedener Geschwindigkeit der Druckänderung, und zwar wurden vier verschiedene Druckunterschiede mit je vier verschiedenen Geschwindigkeiten beobachtet, so dass die Function viermal durch je vier Punkte bestimmt werden konnte. Für die Druckunterschiede wurden 20, 40, 70 und 100 mm, und für die Geschwindigkeiten der Druckänderung (Tempo) 0,2, 0,5, 1,0 und 2,0 mm pro Minute durchlaufenes Intervall gewählt. Für die Wahl dieser Grössen war bestimmend, sowohl eine entsprechende Vertheilung innerhalb der untersuchten Intervalle zu erzielen, als auch den in der Praxis eintretenden Verhältnissen möglichst Rechnung zu tragen. Der Gang der Beobachtungen war der folgende:

Nachdem die Instrumente mindestens einen Tag unter constantem Druck gehalten worden waren, wurde zunächst der durch vorher angestellte Versuche bestimmte Ueberdruck im Ballon hergestellt, und beim Aussaugen der Luft die Pumpe auf eine in gleicher Weise ermittelte Geschwindigkeit gestellt, beim Zulassen der Luft ein den Ballon abschliessender, unter Wasserverschluss stehender Stopfen entsprechend gelüftet; dabei waren die Kästen durch den am Regulator befindlichen Hahn vom Ballon abgeschlossen. Sodann wurden die Instrumente abgelesen, und die Ablesung des Normalbarometers auf einen mit einem engen Quadratnetz bedruckten Bogen Schreibpapier, auf dem ein nach den Barometerständen als Abscissen und den Zeiten als Ordinaten eingetheiltes Coordinatensystem aufgetragen war, eingezeichnet. Der somit erhaltene Punkt wurde mit dem Punkt, der bei dem jeweiligen Tempo und Intervall nach Abschluss der Druckänderung erreicht werden musste, durch eine gerade Linie verbunden, und damit der Weg, den die Ablesungen durchlaufen mussten, vorgezeichnet. Um die Notirung der Zeiten zu erleichtern und Fehler zu vermeiden, wurde sodann bis zu einer runden Minutenzahl (5 oder 10 Minuten) gewartet, und nachdem die getheilte Trommel des Regulators auf die ermittelte Ablesung eingestellt war, der Hahn geöffnet. Während der Druckänderung wurde von Zeit zu Zeit das Barometer abgelesen, der damit erhaltene Punkt auf dem Bogen verzeichnet, und danach je nach Erforderlichkeit eine Unregelmässigkeit der Geschwindigkeit durch kleine Verstellungen des Regulators beseitigt. In dieser Weise gelang es, das vorgeschriebene Tempo soweit

innezuhalten, dass Abweichungen der Ablesungen von der vorgezeichneten Linie über 1 mm selten vorkamen. Während der Druckänderung wurden die Instrumente alle Paar Minuten durch Klopfen auf die Deckel leise erschüttert. Um möglichst gleich bei Abschluss der Druckänderung eine Ablesung zu erhalten, wurde kurz vorher die Beobachtung vorbereitet, die Kuppen des Normalbarometers nahe der zu erreichenden Ablesung eingestellt und die Schraube des Goldschmid'schen Instrumentes dicht an den Fühlhebel gebracht. In dem bestimmten Zeitmoment (der wie vorher bemerkt immer auf eine volle Minutenzahl fiel) wurde der Hahn abgeschlossen und sofort die Ablesung begonnen, indem zuerst das Normalbarometer, sodann der Reihe nach die Aneroide und zum Schluss wieder das Normalbarometer abgelesen wurde. Diese Vergleichungen wurden, wie die später mitzutheilenden Beobachtungsreihen ergeben, in den ersten zehn Minuten mehrfach, später alle 5, 10 bezw. 20 Minuten ausgeführt. Nach drei bis vier Stunden wurde nur noch von Zeit zu Zeit abgelesen, und an den folgenden Tagen noch mehrere Einstellungen vorgenommen, die zur Ermittlung der zu erreichenden Ruhelage dienen sollten. In den ersten Stunden einer solchen Beobachtungsreihe wurden die Kuppen des Normalbarometers immer nahe ihrer Einstellung gehalten und das Instrument durch leises Klopfen an die Umhüllung erschüttert, da es sich zeigte, dass die Kuppen dabei ihre relative Höhe weniger änderten als bei jedesmaligem, vollständigem Zurückschrauben, und es in dem vorliegenden Falle besonders auf möglichst scharfe Ermittlung der sehr geringen Druckdifferenzen der ersten Beobachtungsstunden ankam. Die trotz der sorgfältigen Verhüllung sich der inneren Luft der Kästen mittheilenden Temperaturschwankungen im Zimmer veranlassten stets kleine Verstellungen des Regulators, um die Spannung der eingeschlossenen Luftmasse constant zu erhalten. Die Temperatur der Aneroide selbst änderte sich in den ersten Stunden immer nur um wenige Zehntel-Grade. Ueber Nacht waren jedoch Temperatur- und Druckänderungen nicht ganz zu vermeiden; durch die sorgfältige Umhüllung der Instrumente, sowie durch geeignete Stellungen des Regulators und des Ueberdruckes konnten diese Schwankungen aber nur allmälig sich den Instrumenten mittheilen. —

Die Vergleichungen der Instrumente mit dem Normalbarometer während der Druckänderung geschahen in der gewöhnlichen, bei Bestimmung der Theilungs-Verbesserung üblichen Weise. Es wurde jedoch nur immer eine, höchstens zwei Instrument-Ablesungen, zwischen je zwei Normalbarometereinstellungen interpolirt. Bei den schnelleren Aenderungen von 1,0 und 2,0 mm pro Minute war eine genügend sichere Bestimmung bei Einstellung beider Kuppen nicht zu erzielen, es wurde daher gleich bei Beginn eine Einstellung mit beiden Kuppen gemacht, sodann die Hebeschraube unverändert in ihrer Lage gelassen und nur am oberen Schenkel abgelesen in der Weise, dass der Nonienschieber auf eine passende Stelle eingestellt und der Moment, in dem die Kuppe die Visirlinie erreichte, notirt wurde, sodann das Aneroid abgelesen, der Schieber verstellt, wieder der Moment der Berührung notirt, der Nonius abgelesen und hiernach der entsprechende Barometerstand der Zeit nach interpolirt wurde. Nach Abschluss der Druckänderung wurden beide Kuppen eingestellt, dadurch ein etwaiges Nachgeben des Lederbeutels im Gefäss festgestellt und die Differenz vertheilt. Nach einiger Uebung gelang es, in dieser Weise genügend sichere Ablesungen zu erhalten, für die Ermittlung von Theilungs-Verbesserungen sind jedoch diese Geschwindigkeiten für die Druckänderung nicht zu verwenden.



Die Vergleichungen während der Druckänderung wurden in der Regel nur bei dem Intervall 100 mm ausgeführt. Die Beobachtungsreihen für die Nachwirkung nach der Druckänderung wurden für jede einzelne der 16 verschiedenen Gruppen mehrere Male, mindestens aber einmal bei Druck-Zunahme und Abnahme angestellt. Es erübrigt noch zu erwähnen, dass bei dem Instrument Reitz, da seine Theilung nur bis 710 mm Quecksilbersäule geht, auch nur ein Theil der Reihen ausführbar war.

III. Ergebnisse der Beobachtungen.

4. Das Auftreten der elastischen Nachwirkung bei den gewöhnlichen Luftdruckschwankungen.

Die für die einzelnen Instrumente giltigen Temperatur- und Theilungs-Verbesserungen wurden, obwohl dieselben aus früheren Ermittlungen bekannt waren, für den vorliegenden Zweck auf's Neue bestimmt. Die Herstellung der Temperaturunterschiede geschah im Winter durch Benutzung der Zimmerwärme und der gerade stattfindenden Lufttemperatur im Freien durch Oeffnen der Fenster. So wurden die Instrumente Temperaturunterschieden von 3 bis 25° C. ausgesetzt, die bei der sorgfältigen Verhüllung nur allmälig eintreten konnten. Zur Elimination der geringen während der Vergleichungen vorkommenden Druckschwankungen wurden die früher ermittelten Theilungs-Coefficienten verwendet. Die Bestimmung der Temperatur-Correction geschah auf graphischem Wege und die so erhaltenen Werthe wurden zur Reduction aller in dem Folgenden mitgetheilten Beobachtungen benutzt.

Die Theilungs-Verbesserung wurde nach Anbringung dieser so bestimmten Temperatur-Correction aus geeigneten Gruppen der im Abschnitt 1 besprochenen Beobachtungen ebenfalls auf graphischem Wege abgeleitet in der Weise (vergl. Abschnitt 12), dass die in Folge der elastischen Nachwirkung eintretenden Abweichungen ohne Einfluss blieben.

Nach Anbringung dieser Verbesserungen an den Federbarometerständen und nach Reduction des Normalbarometers auf 0° C. wurden, um die Abhängigkeit der Standverbesserung von dem Druckunterschied und der Zeitdauer verfolgen zu können, die Differenzen „red. Normalbarometer — red. Federbarometer“ als Ordinaten zu den Zeiten als Abscissen aufgetragen. Die Curven zeigten Wellen, deren Beziehung zum Barometerstande sofort in die Augen fiel. Weit übersichtlicher trat jedoch diese Abhängigkeit hervor, wenn jene Differenzen zu den Barometerständen als Abscissen aufgetragen wurden. Der Einfluss der elastischen Nachwirkung war überall zu erkennen; nach dem Aufhören einer Druckänderung und besonders nach einem Wendepunkte zeigten sich in gleicher Weise wie bei stärkeren Druckintervallen unter der Luftpumpe die Abweichungen in dem erwarteten Sinne. Ein Verhältniss der beobachteten „Sprünge“ zu den sie hervorrufenden Druckintervallen war nur insofern festzustellen, als grösseren Intervallen auch grössere Aenderungen der Standcorrection entsprachen, da die kleineren Nachwirkungen theils unter anderen Einflüssen (Temperatur) und den Beobachtungsfehlern verschwanden. Ein Abweichen im entgegengesetzten Sinne der der Nachwirkung entsprechenden Aenderung kam nach grösseren Intervallen überhaupt nicht vor.

Die folgenden Tabellen I. und II. geben auszugsweise den Verlauf der Stand-Verbesserung für zwei verschiedene, mehrere Tage andauernde Druckänderungen im Februar bezw. März 1886 bei je vier Instrumenten an. Die Figuren 1 und 2 liefern eine graphische Darstellung dieser Tabellen.

Tabelle I.

Zeit. Datum.	Stunde.	Mittlere Temperatur	B_n^0 mm	$B_n^0 - F_n^0$ *N. 3.*	*G. 5.*	*B. 7.*	*R. 9.*
1886.				+	—	—	+
Febr. 1	9^h 5^m	10,0	738,93	0,62	3,46	1,20	0,89
2	9 40	11,0	745,22	0,67	3,49	1,12	0,90
4	9 45	11,0	755,35	0,54	3,65	1,10	0,99
7	11 35	10,0	767,10	0,57	3,41	1,04	1,05
8	9 35	8,0	774,87	0,61	3,66	1,16	0,98
9	9 45	9,0	774,44	0,31	3,84	1,41	0,72
9	11 55	12,0	773,58	0,20	3,95	1,32	0,94
10	3 30	13,0	763,43	0,25	3,60	1,17	0,64
11	10 40	12,0	758,49	0,26	3,69	1,17	0,58

Tabelle II.

Zeit. Datum.	Stunde.	Mittlere Temperatur.	B_n^0 mm	$B_n^0 - F_n^0$ *N. 4.*	*G. 6.*	*B. 8.*	*R. 9.*
1886.				—	—	—	+
März 6	11^h 40^m	13,0	743,54	0,88	2,31	3,46	0,79
8	9 40	8,0	764,54	0,76	2,38	3,42	0,81
9	12 00	9,0	768,48	0,75	2,50	3,56	0,83
10	10 55	9,0	765,92	0,94	2,61	3,55	0,63
11	12 45	10,0	765,55	1,11	2,58	3,71	0,44
12	12 25	10,0	762,84	1,18	2,73	3,81	0,39
13	12 20	11,0	764,38	0,94	2,56	3,61	0,16
14	4 35	9,0	757,81	1,11	2,44	3,73	0,33
15	12 05	10,0	752,15	1,33	2,44	3,68	0,19
16	12 05	10,0	751,23	1,17	2,45	3,64	0,42
17	9 50	10,0	754,38	1,10	2,45	3,73	0,38
17	11 50	12,0	754,36	1,07	2,45	3,66	0,50

Es ist noch zu erwähnen, dass für das Instrument Reitz, um eine Verglei-

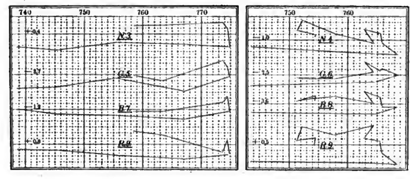


Fig. 1. Fig. 2.

chung zu ermöglichen, nach Ermittlung des Werthes der Scaleneinheit alle directen Ablesungen in Millimeter zu verwandeln waren.

5. Die Nachwirkung bei künstlicher Druckänderung nach dem Aufhören derselben.

Bei Berechnung der nach den Ausführungen von Abschnitt 3 für die 16 Beobachtungsgruppen erhaltenen Reihen wurde zunächst den Aneroidenangaben die (in Abschnitt 4 besprochene) Temperatur-Verbesserung beigelegt. Die Correctionen blieben bei den nur sehr geringen Temperaturschwankungen der ersten Stunden fast constant, so dass eine Verschiedenheit der Verbesserungen für die niederen Barometerstände gegenüber den zwischen 740 und 760 mm Barometerstand ermittelten, ohne jeden Einfluss sein musste.

Nach Ausführung der Reduction auf 0° C. wurden unter Berücksichtigung der an der betreffenden Stelle der Scale giltigen Theilungs-Verbesserung diejenigen Federbarometerstände: red. F_n^0 abgeleitet, welche die Instrumente gezeigt haben würden, wenn das (auf 0° C. reducirte) Normalbarometer für die ganze Dauer der Reihe einen entsprechend gewählten, unveränderlichen Stand B_c gehabt hätte.

Die Ausführung dieser Reduction gestaltete sich, wie aus dem sogleich mitzutheilenden Beispiel ersichtlich ist, sehr einfach, da die Differenz d_n der Angaben des Normalbarometers B_n^0 gegen den gewählten Stand B_c immer innerhalb sehr enger Grenzen blieb, und die für jedes Instrument giltigen Reductionswerthe: red. d_n aus zu dem Zweck für Zehntelmillimeter berechneten Verwandlungstäfelchen sofort zu entnehmen waren.

Zur Darlegung des Rechnungsverfahrens möge das nebenstehende Beispiel dienen. Hierin enthält Spalte 1 die Beobachtungszeiten; 2 die Zeit in Minuten, die seit Schluss der Druckänderung verflossen ist; 3 und 4 die Ablesungen am Normalbarometer für Temperatur und Barometerstand vor und nach der Ablesung der Aneroide; 6 die mit der Verbesserung der Spalte 5 auf 0°C. reducirten Normalbarometerstände B_n^0; Spalte 7 die Differenzen $d_n = B_c - B_n^0$ gegen den Stand $B_c = 652{,}00$ mm; Spalte 8 und 9 die Ablesungen am Federbarometer und dessen Thermometer; 11 die mit der Correction von Spalte 10 auf 0°C. reducirten Ablesungen F_n^0; Spalte 12 die mit der bei 650 mm für *B. 8.* giltigen Theilungs-Verbesserung verwandelten Differenzen red. d_n (die hier wegen ihrer geringen Grösse unverändert bleiben); und endlich Spalte 13 die, dem constanten Normalbarometerstand $B_c = 652{,}00$ mm entsprechenden Aneroidstände red. F_n^0.

Die Ablesungen am Normalbarometer vor und nach der Notirung der Aneroide wurde gemittelt, wenn ihre Differenz unter 0,05 mm blieb; wenn dieselbe aber 0,05 mm und mehr betrug, oder sich eine stetige Aenderung zeigte, so wurden die den einzelnen Instrumenten entsprechenden Normalbarometerstände der Zeit nach interpolirt, wie bei $t_n = 2$ Min. in dem folgenden Beispiel. Da in dem vorliegenden Fall zur Zeit $t_n = 0$ Min. noch keine Ablesung genommen werden konnte, so wurde dieselbe aus einer graphischen Darstellung der Werthe red. F_n^0 als Ordinaten zu den Zeiten als Abscissen rückwärts ermittelt.

Die für red. F_n^0 gefundenen Werthe wurden, um eine übersichtlichere Vergleichung zu ermöglichen, auf den für den Moment der Druckeinstellung, $t_n = 0$, erhaltenen Werth als Nullpunkt reducirt, und sodann die so gefundenen Grössen y_n auf Millimeterpapier als Ordinaten zu den Zeiten als Abscissen aufgetragen. In den Fällen, in denen die erste Ablesung nicht sofort bei der Druckeinstellung zu nehmen war, wurde in der soeben besprochenen Weise verfahren und der gefundene Werth für red. F_n^0 in den später folgenden Tabellen durch Klammern kenntlich gemacht.

Die Curven zeigten mit Ausnahme einzelner Fälle, in denen Druckschwankungen während der Beobachtung nicht zu vermeiden gewesen waren, einen sehr regelmässigen Verlauf, besonders auffallend bei stärkeren Nachwirkungen. Die Abhängigkeit der y_n vom entsprechenden Druckintervall und dem Tempo trat sofort hervor, sowie auch die Verschiedenheit des Verhaltens der einzelnen Instrumente. Das Instrument *G. 5.* zeigte weitaus die kleinsten Nachwirkungen, sodann *R. 9.*, und endlich *N. 3.* und *B. 8.* zwar grössere, aber unter sich gleiche und regelmässiger verlaufende Nachwirkungen.

Reductionsbeispiel.

Instrument: *B. 8.* Tempo: 2,0 mm. Druckunterschied: $\Delta F = -100$ mm.

Zeit.	t_n Min.	Temp. des Norm.-B. C.°	B_n	Temp.-Verbess.	B_n^0	$d_n = B_c - B_n^0$	Temp. des Federbar.	F_n	Temp.-Verbesser.	F_n^0	Red. d_n	Red. F_n^0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Juni 17			vor nach		$B_c =$ 652,00							
11^h 50^m	0											[654,05]
52	2	18,1	$653,^{40}_{50}$	+ 1,92	651,53	+ 0,47	17,6	653,30	+ 0,18	653,48	+ 0,47	653,95
55	5	18,2	$^{60}_{65}$	1,93	70	30	17,6	3,35	18	3,53	30	3,83
12 00	10	18,2	$^{80}_{82}$	1,94	87	13	17,7	3,40	18	3,58	13	3,71
05	15	18,2	$^{60}_{55}$	1,94	63	37	17,7	3,05	18	3,23	37	3,60
10	20	18,2	$^{48}_{50}$	1,94	55	45	17,7	2,90	18	3,08	45	3,53
20	30	18,1	$^{47}_{52}$	1,93	57	43	17,7	2,80	18	2,98	43	3,41
30	40	18,1	$^{62}_{65}$	1,93	70	30	17,7	2,85	18	3,03	30	3,33
40	50	18,0	$^{55}_{55}$	1,91	64	36	17,8	2,70	18	2,88	36	3,24
50	60	18,0	$^{52}_{55}$	1,91	63	37	17,8	2,62	18	2,80	37	3,17
1 00	70	18,0	$^{60}_{60}$	1,91	69	31	17,9	2,65	18	2,83	31	3,14
10	80	18,0	$^{60}_{60}$	1,91	69	31	17,9	2,60	18	2,78	31	3,09
55	125	17,8	$^{35}_{42}$	1,90	48	52	18,0	2,40	18	2,58	52	3,10
2 10	140	17,9	$^{48}_{50}$	1,91	58	42	18,0	2,42	18	2,60	42	3,02
30	160	18,0	$^{65}_{70}$	1,91	76	24	18,0	2,52	18	2,70	24	2,94

Die Ruhelagen, denen die Instrumente in den einzelnen Fällen zustrebten, wurden aus dem mehrere Tage, mindestens einen Tag lang beobachteten Verlauf der Nachwirkung nach den die Werthe y_n darstellenden Curven abgeleitet. Obwohl nun die Annäherung an diese Ruhelage nicht schon nach einigen Tagen vor sich geht, vielmehr Wochen und Monate zur vollständigen Erreichung derselben erforderlich wären, so ist dieselbe doch nach ein bis zwei Tagen schon so nahe erreicht, dass aus den Curven auf den Endpunkt der Bewegung mit einiger Sicherheit geschlossen

werden kann. Die auf diese Weise abgeleiteten Werthe X_0 für die Abstände von der Ruhelage zur Zeit $t_n = 0$ zeigten für die verschiedenen Reihen derselben Gruppe eine sehr gute Uebereinstimmung.

Eine gewisse Willkür ist dieser Bestimmung nicht abzusprechen, sie liegt in der Natur der Sache begründet. Eine genauere Ermittlung durch Ausdehnung

Tabelle III.

Tempo: **2,0 mm.** $\Delta F =$ **20 mm:**

t_n	B^0_n	Mittlere Temperat.	B. 8.		G. 5.	
			red. F^0_n	y_n	red. F^0_n	y_n
0	732,80	16,2	735,28	0,00	736,82	0,00
5	2,85	„	5,21	07	—	—
10	2,79	„	5,12	16	75	07
15	2,74	„	5,12	16	72	10
20	2,80	„	5,11	17	75	07
25	2,92	„	5,04	24	73	09
30	3,00	„	5,06	22	77	05
40	3,10	„	5,01	27	71	11
50	2,97	„	5,04	24	77	05
65	2,85	16,3	5,03	25	75	07
80	2,67	„	5,04	24	—	—
90	2,60	„	5,06	22	73	09
100	2,54	„	5,10	18	74	08
110	2,46	„	5,10	18	72	10
120	2,35	„	5,06	22	74	08
130	2,37	„	4,99	29	76	06
140	2,39	„	4,97	31	76	06
		$X_0 =$		0,45		0,10

Tabelle IV.

Tempo: **2,0 mm.** $\Delta F =$ **40 mm.**

t_n	B^0_n	Mittlere Temperat.	B. 8.		G. 5.	
			red. F^0_n	y_n	red. F^0_n	y_n
0	738,18	20,7	740,53	0,00	742,40	0,00
5	8,16	„	0,65	12	44	04
10	8,16	„	0,70	17	—	—
15	8,19	„	0,74	21	48	08
30	8,27	„	0,89	36	48	08
40	8,32	„	0,89	36	49	09
50	8,40	„	0,83	30	49	09
60	8,43	20,8	0,87	34	43	03
70	8,38	„	0,94	41	50	10
80	8,34	„	0,93	40	52	12
90	8,33	„	0,89	36	54	14
100	8,28	„	0,94	41	53	13
120	8,20	„	1,00	47	51	11
140	8,05	21,0	1,07	54	53	13
160	7,98	„	1,05	52	—	—
		$X_0 =$		0,70		0,16

Tabelle V.

Tempo: **2,0 mm.** $\Delta F =$ **70 mm.**

t_n	B^0_n	Mittlere Temperat.	B. 8.		G. 5.	
			red. F^0_n	y_n	red. F^0_n	y_n
0	659,61	15,4	661,50	0,00	665,93	0,00
2	59,84	„	1,36	14	—	—
5	59,97	„	1,23	27	77	16
10	60,06	15,5	1,14	36	77	16
15	60,10	„	1,10	40	80	13
20	60,14	„	1,06	44	77	16
30	60,16	„	1,01	49	75	18
40	60,17	„	0,98	52	74	19
50	60,05	„	1,00	50	66	27
60	60,00	„	1,00	50	71	22
70	60,32	15,6	0,85	65	69	24
80	60,28	„	0,82	68	67	26
90	60,23	„	0,87	63	67	26
100	60,08	„	0,82	68	64	29
120	59,77	„	0,78	72	61	32
140	59,67	15,7	0,73	77	61	32
160	59,70	„	0,70	80	66	27
		$X_0 =$		1,40		0,35

Tabelle VI.

Tempo: **2,0 mm.** $\Delta F =$ **100 mm.**

t_n	B^0_n	Mittlere Temperat.	B. 8.		G. 5.	
			red. F^0_n	y_n	red. F^0_n	y_n
0	651,—	—	[654,05]	0,00	[657,85]	0,00
2	53	17,9	653,95	0,10	657,75	10
5	70	„	3,83	0,22	76	09
10	87	18,0	3,71	0,34	74	11
15	63	„	3,60	0,45	66	19
20	55	„	3,53	0,52	63	22
30	57	18,1	3,41	0,64	59	26
40	70	„	3,33	0,72	58	27
50	64	„	3,24	0,81	61	24
60	63	„	3,17	0,88	61	24
70	69	18,2	3,14	0,91	59	26
80	69	„	3,09	0,96	57	28
125	48	18,4	3,10	0,95	61	24
140	58	„	3,02	1,03	58	27
160	76	„	2,94	1,11	63	27
		$X_0 =$		1,80		0,40

der Beobachtung auf einen längeren Zeitraum zu erzielen, würde wenig Werth haben, da einerseits der nach ein bis zwei Tagen noch bleibende Abstand und die Geschwindigkeit der Annäherung an die Ruhelage so klein sind, dass die diesen entsprechende Nachwirkungsbewegung unter anderen Einflüssen verschwinden wird, und andrerseits in Folge von Druckschwankungen und Temperatureinwirkungen

Tabelle VII.

Tempo: **1,0 mm.** $\Delta F = $ **100 mm.**

t_n	B_n^0	Mittlere Temperat.	*B. 8.*		*G. 5.*	
			red. F_n^0	y_n	red. F_n^0	y_n
9	660,20	17,6	663,22	0,00	667,22	0,00
5	48	"	3,02	20	7,15	07
8	54	"	3,04	18	7,10	12
10	57	17,7	3,01	21	7,14	08
15	52	"	2,96	26	7,04	18
20	45	"	2,92	30	7,03	19
25	57	"	2,83	39	6,97	25
30	61	"	2,79	43	7,03	19
35	67	17,9	2,76	46	7,03	19
40	67	"	2,76	46	7,02	20
45	59	"	2,74	48	7,07	15
50	59	"	2,74	48	6,97	25
60	68	18,0	2,60	62	6,97	25
70	68	"	2,60	62	6,94	28
80	70	"	2,58	64	6,98	24
90	77	18,2	2,51	71	6,99	23
100	79	"	2,54	68	7,03	19
125	87	"	2,41	81	6,93	29
150	87	"	2,41	81	6,90	32
		$X_0 =$		1,50		0,35

Tabelle VIII.

Tempo: **0,5 mm.** $\Delta F = $ **100 mm.**

t_n	B_n^0	Mittlere Temperat.	*B. 8.*		*G. 5.*	
			red. F_n^0	y_n	red. F_n^0	y_n
0			[657,05]	0,00	[660,52]	0,00
1	656,70	20,5	657,02	03	660,47	05
7	75	"	6,87	18	—	—
10	75	"	6,87	18	50	02
15	70	"	6,82	23	49	03
20	63	20,6	6,76	29	50	02
25	63	"	6,74	31	43	09
30	58	"	6,64	41	39	13
35	61	"	6,61	44	44	08
40	62	"	6,60	45	41	11
50	48	"	6,65	40	36	16
60	53	"	6,59	46	37	15
70	68	"	6,54	51	41	11
80	64	20,7	6,53	52	34	18
90	58	"	6,54	51	28	24
100	44	"	6,49	56	29	23
120	13	20,8	6,55	50	32	20
140	53	"	6,39	66	33	19
160	36	20,9	6,37	68	29	23
		$X_0 =$		1,15		0,25

Tabelle IX.

Tempo: **0,2 mm.** $\Delta F = $ **100 mm.**

t_n	B_n^0	Mittlere Temperat.	*B. 8.*		*G. 5.*	
			red. F_n^0	y_n	red. F_n^0	y_n
0	653,80	21,6	655,41	0,00	659,43	0,00
5	3,93	"	5,28	13	39	04
10	3,94	"	5,25	16	42	01
20	4,00	"	5,21	20	—	—
30	4,02	"	5,14	27	32	11
40	3,92	21,7	5,14	27	34	09
50	3,82	"	5,09	32	30	13
60	3,81	"	5,00	41	33	10
75	3,75	"	5,01	40	27	16
90	3,61	"	5,05	36	37	06
100	3,69	21,8	5,00	41	34	09
120	3,52	"	4,94	47	34	09
140	3,44	"	4,87	54	28	15
160	3,23	"	4,93	48	33	10
		$X_0 =$		0,95		0,15

eine absolute Ruhelage überhaupt niemals eintreten, dieselbe vielmehr stets um einen Mittelwerth schwanken wird.

Da es zu weit führen und bei der Aehnlichkeit der einzelnen Reihen wenig Interesse bieten würde, das ganze direct gewonnene Beobachtungsmaterial mitzutheilen, so sind in den Tabellen III. bis XVI. für je ein Instrument der

Tabelle X.

Tempo: 2,0 mm. $\Delta F = 20$ mm.

t_n	B_n^0	Temperat. des Instr.	R. 9. red. F_n^0	R. 9. y_n
0	732,80	16,2	734,42	0,00
5	2,85	„	31	11
10	2,79	„	30	12
15	2,74	„	29	13
20	2,80	„	29	13
25	2,92	„	27	15
30	3,00	„	36	06
40	3,10	„	32	10
50	2,97	„	35	07
65	2,85	16,3	27	15
80	2,67	„	31	11
90	2,60	„	28	14
100	2,54	„	24	18
110	2,46	„	22	20
120	2,35	„	24	18
130	2,37	„	22	20
140	2,39	„	26	16
		$X_0 =$		0,20

Tabelle XI.

Tempo: 2,0 mm. $\Delta F = 40$ mm.

t_n	B_n^0	Temperat. des Instr.	R. 9. red. F_n^0	R. 9. y_n
0	738,18	20,7	739,82	0,00
5	16	„	39,94	12
10	16	„	39,98	16
15	19	„	40,01	19
30	27	„	40,03	21
40	32	„	40,08	26
50	40	„	40,10	28
60	43	20,8	40,10	28
70	38	„	40,11	29
80	34	„	40,12	30
90	33	„	40,09	27
100	28	„	40,11	29
120	20	„	40,06	24
140	05	21,0	40,14	32
		$X_0 =$		0,40

Tabelle XII.

Tempo: 2,0 mm. $\Delta F = 70$ mm.

t_n	B_n^0	Temperat. des Instr.	R. 9. red. F_n^0	R. 9. y_n
0	754,20	24,7	755,04	0,00
10	20	„	18	14
15	25	„	38	34
20	31	24,9	36	32
30	20	25,0	43	39
40	14	„	46	42
50	11	„	49	45
60	08	25,1	52	48
70	04	„	53	49
80	02	25,2	55	51
90	09	„	54	50
100	30	25,3	60	56
120	22	25,5	57	53
160	02	„	59	55
		$X_0 =$		0,90

Tabelle XIII.

Tempo: 2,0 mm. $\Delta F = 100$ mm.

t_n	B_n^0	Temperat. des Instr.	R. 9. red. F_n^0	R. 9. y_n
0			[749,75]	0,00
1,6	749,42	15,3	749,81	06
5	49,39	„	49,83	08
10	49,44	„	49,88	13
15	49,54	„	50,08	33
20	49,58	„	50,10	35
25	49,62	„	50,19	44
30	49,67	15,4	50,24	49
42	49,73	„	50,25	50
50	49,73	15,6	50,41	66
60	49,80	„	50,40	65
70	49,80	15,8	50,42	67
80	49,81	„	50,55	80
90	49,93	16,0	50,46	71
100	50,01	16,2	50,55	80
120	50,02	„	50,53	78
140	50,06	16,5	50,52	77
		$X_0 =$		1,30

Tabelle XIV.

Tempo: **1,0 mm.** ΔF = **100 mm.**

t_n	B_n^0	Temperat. des Instr.	R. 9. red. F_n^0	R. 9. y_n
0	776,56	17,0	779,34	0,00
5	54	"	79,46	12
10	55	"	79,51	17
15	58	"	79,55	21
20	58	"	79,62	28
30	57	"	79,73	39
40	59	17,1	79,77	43
50	64	"	79,76	42
60	62	17,3	79,78	44
70	58	"	79,82	48
80	56	"	79,90	56
90	52	"	79,91	57
100	52	17,4	79,94	60
120	57	17,5	79.98	64
140	55	"	80,00	66
		X_0 =		1,20

Tabelle XV.

Tempo: **0,5 mm.** ΔF = **100 mm.**

t_n	B_n^0	Temperat. des Instr.	R. 9. red. F_n^0	R. 9. y_n
0			[749,74]	0,00
2	749,61	22,5	49,78	04
4	9,61	"	49,81	07
7	9,61	"	49,82	08
10	9,62	"	49,93	19
15	9,63	22,6	49,96	22
20	9,57	"	50,02	28
25	9,60	"	50,02	28
30	9,60	"	50,02	28
35	9,58	"	50,04	30
40	9,54	"	50,08	34
50	9,55	"	50,07	33
60	9,51	"	50,11	37
70	9,46	22,5	50,15	41
80	9,35	"	50,11	37
90	9,28	"	50,08	34
100	9,25	"	50,09	35
145	8,70	"	50,23	49
		X_0 =		1,00

Tabelle XVI.

Tempo: **0,2 mm.** ΔF = **100 mm.**

t_n	B_n^0	Temperat. des Instr.	R. 9. red. F_n^0	R. 9. y_n
0	763,43	21,0	765,52	0,00
5	47	"	55	03
10	47	"	58	06
20	51	"	71	19
30	57	"	71	19
40	60	"	72	20
50	67	"	68	16
60	74	"	74	22
70	74	"	84	32
80	85	"	76	24
90	86	21,4	79	27
100	90	"	77	25
120	88	21,6	79	27
140	86	"	79	27
		X_0 =		0,70

ΔF = 100 mm, Tempo = 0,2, 0,5, 1,0, 2,0 mm.

Fig. 3.

Tempo = 2,0 mm, ΔF = 20, 40, 70 mm.

Fig. 4.

verschiedenen Constructionen, nämlich für *B. 8.*, *G. 5.* und *R. 9.* die bei den Druckintervallen 100, 70, 40 und 20 mm mit dem Tempo 2,0 mm, sowie die bei 100 mm und den Tempi 1,0, 0,5 und 0,2 mm erhaltenen Reihen zusammengestellt, so dass dieselben die Beziehung der Nachwirkungsgrössen zum Druckunterschied und Tempo zum Ausdruck bringen. Da ferner der Verlauf der elastischen Nachwirkung in den Beobachtungen der ersten Stunden sich am Deutlichsten ausprägt und dabei ihre wesentlichsten Eigenschaften zeigt, so sind in den Tabellen die Reihen auch nur bis zu 200 Minuten angegeben. Die Bezeichnungen sind dieselben wie in dem das Rechnungsverfahren darlegenden, früher mitgetheilten Beispiel. Es kommen nur noch die auf den Moment der Druckeinstellung reducirten Aneroidstände y_n, sowie die Abstände X_0 von der Ruhelage zur Zeit $t_n = 0$ hinzu. Die Tabellen III. bis IX. bringen die Angaben für die Instrumente *B. 8.* und *G. 5.*, Tabelle X. bis XVI. für *R. 9.*, das, da wie schon bemerkt seine Theilung nur bis 710 mm reicht, nicht immer gleichzeitig mit den anderen Barometern beobachtet werden konnte.

Die Figuren 3 und 4 auf voriger Seite geben eine Darstellung dieser Reihen, und zwar Figur 3 für das Druckintervall 100 mm mit dem Tempo 0,2, 0,5, 1,0 und 2,0 mm, Figur 4 für die Druckunterschiede 20, 40 und 70 mm mit dem Tempo 2,0 mm.

Die Abhängigkeit vom Intervall und Tempo wird im Abschnitt 7 speciell behandelt werden.

Die durch gleiche Druckunterschiede bei gleichem Tempo hervorgerufenen Nachwirkungen waren für die beiden Zeiger-Aneroide *N. 3.* und *B. 8.* innerhalb der durch Druckschwankungen und Temperaturunterschiede möglichen Abweichungen einander vollkommen gleich. Die mit demselben Anfangspunkt aufgetragenen Curven durchschnitten sich vielfach; eine Abhängigkeit von der Temperatur war nicht ausgeprägt, dagegen zeigte sich, dass die Ruhelage etwas schneller erreicht wurde nach Druckzunahme als nach Druckabnahme. Der Verlauf der Nachwirkung war jedoch in beiden Fällen in den ersten Stunden derselbe, die Verschiedenheit zeigte sich erst später und war überhaupt im einzelnen Fall nicht zu erkennen, sondern sie trat erst bei Betrachtung des gesammten Beobachtungsmateriales hervor. Eine Erklärung dieser Erscheinung ergiebt sich einmal dadurch, dass ein constanter Druck bei niederen Barometerständen ohne beständige Beaufsichtigung des Apparates nur schwer zu erhalten, und ferner eine gewisse Verschiedenheit der in beiden Fällen auftretenden Nachwirkungsgrössen wohl zu erwarten war, da bei höheren Barometerständen die Feder stärker gespannt ist als bei niederen.

Da nun für die beiden genannten Instrumente diese Abweichungen so gering waren, dass sie bei dem eingeschlagenen Beobachtungsverfahren von den durch Temperatur- und Druckschwankungen herrührenden Beeinflussungen der Nachwirkung nicht ohne Weiteres zu trennen waren, so konnten sämmtliche Reihen innerhalb der einzelnen Gruppen als gleich behandelt werden. Es wurden daher die in jedem Moment t_n stattfindenden Abstände x_n von der jeweiligen Ruhelage nach der Formel $x_n = X_0 - y_n$ abgeleitet, die somit für x_n erhaltenen Reihen innerhalb der einzelnen Gruppen gemittelt, und diese Mittel der weiteren Rechnung zu Grunde gelegt. (Fortsetzung folgt.)

Registrirapparat mit Centrifugalpendel-Regulirung von Fecker & Co. in Wetzlar.

Von
Dr. E. v. Rebeur-Paschwitz in Karlsruhe.

Auf der hiesigen Sternwarte sind seit etwa zwei Jahren zwei von der obengenannten Firma gelieferte Registrirapparate mit neuem patentirten Regulator im Gebrauch, welche sich bisher, von einigen geringfügigen leicht zu beseitigenden Mängeln, die sich anfangs herausstellten, abgesehen, recht gut bewährt und das lästige Geschäft des Ablesens der Streifen durch die Regelmässigkeit ihres Ganges sehr erleichtert haben. Der eine der beiden Apparate wurde neu geliefert, der andere aus einem älteren Fuess'schen Chronographen mit Federtriebwerk umge-

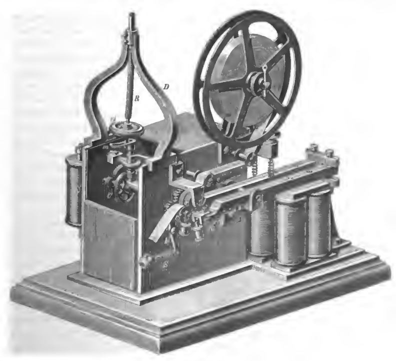


Fig. 1.

arbeitet. Die Anzeichnung der Signale geschieht durch Stahlspitzen auf Papierstreifen; im Princip stimmen beide Apparate mit anderen existirenden überein; die Anordnung derselben ist leicht aus den beigefügten Zeichnungen zu ersehen, von denen Fig. 1 eine perspectivische Ansicht des ganzen Apparates darstellt.

Die Bewegung des Uhrwerkes wird in bekannter Weise durch ein Gewicht mit loser Rolle und Stahlkette ohne Ende bewirkt, zu deren Aufnahme der Umfang des auf der Axe K sitzenden Rades dient. Der Aufzug mit dem Sperrrad befindet sich bei den hiesigen Apparaten, die auf kleinen 1,3 m hohen Tischen montirt sind, vorn unterhalb der Tischplatte, bei Apparaten, die nur auf polirtem

Grundbrett stehen und mittels gusseiserner Träger an der Wand befestigt werden, an der vorderen Seite der Platte des Werkes.

Wesentlich neu an dem Apparat ist die Regulatorvorrichtung, welche in folgender Weise angeordnet ist. Das letzte Getriebe des Uhrwerks trägt in der Mitte seiner Welle ein feingezahntes Kronrad *C*, das eine vertical stehende Spindel durch das Trieb *t* in schnelle Umdrehung versetzt. Auf der oberen Seite des Uhrgehäuses, aus welchem die Spindel hervorragt, ist auf derselben ein Mitnehmerstück *m* befestigt, welches in einem radialen Schlitz das untere Ende des Pendels aufnimmt. Letzteres hat seinen Drehpunkt in einer genau senkrecht über der Spindel befindlichen Oeffnung des auf dem Gehäuse aufgeschraubten Bügels *D*. Dasselbe besteht aus der Pendelstange *R* und dem verschiebbaren Gewicht *G*. Um der Pendelstange die bei der raschen Drehung erforderliche Elasticität zu geben, ist dieselbe aus zwei nebeneinander aufgewickelten Spiralfedern hergestellt, an deren Ende kurze Stahlstäbchen angenietet sind, welche in die Oeffnungen des Bügels und des Pendelgewichtes passen. Bei dem älteren der beiden hiesigen Apparate haben statt der Spiralfeder dünne Stahlstangen Anwendung gefunden, welche jedoch anfangs oft brachen und darum oft erneuert werden mussten. Nach Fertigstellung besonders präparirter Stahlstangen ist indessen während des verflossenen Jahres nur einmal eine Erneuerung der Pendelstange erforderlich gewesen. Bei dem zweiten Apparat ist durch Anwendung der doppelten Spiralfeder diesem Uebelstande abgeholfen. Dieselbe kann nach unserer Erfahrung als unzerbrechlich und gegen Stösse unempfindlich bezeichnet werden.

Wird durch das Triebwerk die Spindel mit dem Mitnehmer in Rotation versetzt (die Zahl der Umdrehungen in der Secunde beträgt 6 bis 9), so wird in Folge der dadurch hervorgerufenen Centrifugalkraft das Pendel nach Aussen gebogen und beschreibt eine kegelförmige Rotationsfläche. In dieser Fläche erleidet die Feder in jedem Augenblicke eine neue Biegung. Der von der Feder gegen diese Biegung ausgeübte Widerstand erheischt zu seiner Ueberwindung eine mechanische Arbeit, welche mit der Grösse des Weges, den jeder Punkt der Feder zurückzulegen hat, wächst. Nimmt nun in Folge einer Verringerung des Widerstandes in dem getriebenen Mechanismus die Geschwindigkeit der Rotation zu, so wird durch die wachsende Centrifugalkraft das Gewicht weiter hinausgeschleudert, die Feder wird stärker nach Aussen gebogen und es wächst der Widerstand, welchen dieselbe der Bewegung innerhalb der Rotationsfläche entgegenstellt. Dadurch wird die Schwankung in der Rotationsgeschwindigkeit wieder ausgeglichen. In ähnlicher Weise nimmt bei abnehmender Rotationsgeschwindigkeit auch der Widerstand der Feder gegen die von ihr auszuführende Bewegung ab, und es tritt auch hier ein Ausgleich ein.

Diese Vorrichtung regelt den Gang des Uhrwerkes in sehr befriedigender und zuverlässiger Weise. Durch die Beifügung einer zweiten Spiralfeder und eines leichteren Gewichtes ist die Möglichkeit gegeben, die Länge einer Secunde auf dem Streifen zwischen 10 und 15 Millimeter zu verändern. Beim Einsetzen der Spiralfeder ist darauf zu achten, dass dieselbe, wenn nicht durch den Mitnehmer seitwärts gebogen, genau auf die Mitte der Spindel zeigt.

Die Führungswalze *r'*, welche auf dem einen Ende eines zweiarmigen Hebels *H* aufsitzt und durch Verzahnung von der Hauptwalze *r* mit in Umdrehung versetzt wird, wird durch die am anderen Ende des Hebels befestigte Spiralfeder *s* gegen *r* gedrückt. Die beiden Stirnseiten des Kastens sind durch geschliffene Glasplatten verschlossen, so dass das Uhrwerk vollständig sichtbar bleibt.

Die elektrische Ein- und Auslösung des Uhrwerkes vom Staudort des Be-

obachters erfolgt mittels Tasters mit Commutator und des an der Rückseite des Apparates angebrachten Magneten M mit polarisirtem Anker A. (Vergl. auch die Skizze Fig. 2, welche die Arretirungs-Vorrichtung von oben gesehen darstellt.) Durch den Commutator im Inneren des Tasters wird der elektrische Strom abwechselnd in entgegengesetzter Richtung durch die auf dem Magneten befindlichen Spulen geleitet, so dass der Anker in Folge des dadurch verursachten Polwechsels abwechselnd sich gegen den einen und den anderen Pol anlegt. Der mit dem Anker verbundene, um eine verticale Axe d drehbare Bügel A' arretirt, wenn er sich mit seinem halbkreisförmigen Ende gegen eine oberhalb des Triebes t auf der Regulatorspindel befestigte Bremsscheibe B drückt, die Bewegung des Uhrwerkes. Dieser Fall tritt ein, wenn der Anker am rechten Pol anliegt und in dieser Lage wird er durch den eigenen Magnetismus auch festgehalten, wenn kein Strom durch die Spulen läuft. Liegt er gegen den linken Pol an, so ist die Bremsscheibe frei und das Uhrwerk setzt sich in Bewegung. Der Taster ist in eine runde Hartgummihülse eingeschlossen, aus welcher nur zwei Stifte für den Commutator und die Herstellung des Stromschlusses hervorragen. Sämmtliche Leitungsschnüre sind durch eine Bohrung in den Taster eingeführt. Einer der hier aufgestellten Apparate besitzt ferner die Einrichtung, dass das Gewicht, kurz bevor es abgelaufen ist, durch den Druck auf einen federnden Stift einen elektrischen Strom schliesst, wobei der Beobachter durch das Ertönen eines Läutewerkes aufmerksam gemacht wird. Der ältere Fuess'sche Chronograph wurde von Herrn Fecker auf Wunsch, statt wie sonst üblich, mit zwei Hebeln, mit dreien ausgestattet, von denen der mittlere die Uhrsignale markirt, so dass die gleichzeitige Benutzung desselben Apparates durch zwei Beobachter ermöglicht ist.

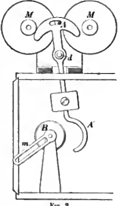


Fig. 2.

Wie schon erwähnt, leistet der neue Regulator bei unseren Apparaten soviel, als man billiger Weise nur erwarten kann, und die Länge der Secundenintervalle kann bei Abwesenheit sonstiger Störungen für jede Lage des Gewichtes als constant bezeichnet werden. Die Form des Tasters, die von der sonst üblichen abweicht, hat sich als weniger bequem erwiesen, wobei freilich erwähnt werden möge, dass von der elektrischen Auslösung hier kein Gebrauch gemacht worden ist.

Karlsruhe im Februar 1887.

Lupenapparat für entomologische Zwecke.

Von
Prof. H. C. Vogel in Potsdam.

Vor einer längeren Reihe von Jahren vielfach mit der Untersuchung und Zeichnung kleiner Insecten beschäftigt, fühlte ich den Mangel eines geeigneten mikroskopischen Apparates für derartige Untersuchungen und construirte für meine Zwecke einen einfachen Lupenapparat, der es gestattete, mit grosser Leichtigkeit die zu untersuchenden Thiere in den verschiedensten Stellungen zu besichtigen. Ich habe diesen Apparat seit etwa 20 Jahren in Gebrauch und bin stets mit seinen Leistungen zufrieden gewesen. Dem Wunsch einiger entomologischer Freunde, den

Apparat auch weiteren Kreisen bekannt zu machen, nachkommend, gebe ich hier eine kurze Beschreibung desselben. Zunächst sei mir jedoch gestattet, auf die drei wesentlichen Vortheile aufmerksam zu machen, welche die Anwendung von Lupen für den gedachten Zweck, gegenüber der Anwendung eines zusammengesetzten Mikroskopes, mit sich bringt. Es ist in erster Linie die Lichtstärke zu erwähnen, welche bei einer einfachen Lupe wesentlich grösser ist als bei einem zusammengesetzten Mikroskop. Dem Uebelstand lässt sich zwar beim Mikroskop durch verschärfte Beleuchtung des Objectes von oben durch eine Linse oder ein Beleuchtungsprisma entgegenwirken; ist das Object aber dunkel gefärbt, stark gewölbt und glänzend, wie es die meisten kleinen Käfer sind, so bringt die starke einseitige Beleuchtung leicht störende Reflexe hervor. Ein weiterer Vortheil der Lupe ist der grosse Gesichtswinkel, der besonders beim Präpariren von Insecten unter Vergrösserung sehr schätzenswerth ist, und drittens ist es, wiederum beim Präpariren, besonders von Wichtigkeit, dass bei einer Lupe das Bild nicht verkehrt wie beim Mikroskop erscheint.

Der Lupenapparat besteht aus einem festen hufeisenförmigen Fuss *A* (s. d. beistehenden Holzschnitt), auf welchem eine Messingsäule *B* aufgeschraubt ist. Diese trägt eine längliche Platte (Lorgnettestück) *C* mit kreisförmigem conischen Ausschnitte versehen. Der Tisch *T* lässt sich mittels Trieb und Zahnstange längs der Säule auf und nieder bewegen, um die auf ihm befindlichen, zu untersuchenden Objecte in den richtigen Abstand zur Lupe *L* zu bringen. Dem Apparate sind mehrere Lupen beigegeben, die in conische Hülsen von gleicher Grösse gefasst sind, welche wiederum in die kreisförmige conische Oeffnung des erwähnten Lorgnettestückes *C* passen und mit Leichtigkeit ausgewechselt werden können.



Das Wesentlichste an dem Lupenapparat ist die Beweglichkeit des Tischchens *T* nach verschiedenen Richtungen hin. Der kleine Tisch besteht aus einer Korkplatte, auf welche die Insecten gesteckt werden können. Diese Korkplatte ist in einen Messingring gefasst, der unterhalb des Tischträgers einen vorstehenden gekerbten Rand *r* besitzt. Durch diesen kann eine Drehung des Tisches und des auf letzterem befindlichen Gegenstandes bewirkt werden, wodurch es möglich wird, das Object nach allen Richtungen hin anzusehen, ohne die Focaleinstellung verändern zu müssen. Wird der zu untersuchende Gegenstand *m* genau in die Verlängerung der Axe *aa* des Tischträgers gesteckt, so kann man, am Knopf *K* drehend, eine Neigung des Objectes hervorbringen und nach Belieben Kopf und Hintertheil, oder bei Drehung des Tischchens um einen rechten Winkel, linke und rechte Seite des Insectes bequem besichtigen, ebenfalls ohne die Focaleinstellung wesentlich verändern zu müssen.

Dem Tisch kann noch eine seitliche Verschiebung in der Richtung der Drehungsaxe *aa* gegeben werden, welche ausser der Erleichterung bei der Einstellung des Objectes noch den Vortheil bietet, dass man, bei vorübergehender Verzichtleistung

auf die Drehung des Tisches mittels des Ringes r, mehrere Insecten, die man zu vergleichen beabsichtigt, neben einander in die Richtung der Drehungsaxe *aa* stecken und nun durch Verschiebung der Axe die verschiedenen Thiere der Reihe nach in das Gesichtsfeld der Lupe bringen und auch zur besseren Besichtigung noch hin und her neigen kann. Dem Tisch kann also eine vierfache Bewegung ertheilt werden, auf und nieder, hin und her, er kann geneigt und gedreht werden. Ich bemerke nochmals, dass, um vortheilhaft alle diese Bewegungen auszunutzen, es nöthig ist, das zu untersuchende Object möglichst genau in die Mitte des Tisches und in gleiche Höhe mit der Axe *aa* zu bringen.

Zum bequemen Aufstecken der Insecten lässt sich das Lorgnettestück *C* mit der Lupe zur Seite schlagen. Es ist auch noch zu erwähnen, dass an den vorderen Enden des bufeisenförmigen Fusses sich je ein Loch befindet, um nach Belieben auf der einen oder anderen Seite eine Messingsäule *D* aufzustecken, welche eine einfache biconvexe Linse trägt, deren wesentliche Bestimmung die ist, die Objecte nach Befinden stärker zu beleuchten. Diese Linse, welche sich an der Säule auf und nieder schieben und drehen lässt, kann auch noch gute Dienste bei der Präparation grösserer Insecten leisten. Man stellt zu dem Zwecke die Linse so, dass ihre optische Axe vertical steht, schlägt das Lorgnettestück *C* zur Seite und stellt das Tischchen wegen der grossen Brennweite der Linse tief hinunter. Beim Präpariren unter der schwachen Beleuchtungslinse oder unter den stärkeren Lupen des Apparates ist es vortheilhaft, eine Platte von weissem Wachs auf dem Tischchen zu befestigen, die so stark ist, dass ihre Oberfläche nahe mit der Verlängerung der Axe *aa* zusammenfällt.

Um die vielseitige Verwendung des kleinen Apparates zu zeigen, erwähne ich noch, dass man leicht die Korkplatte, den eigentlichen Tisch, entfernen und nun auf den Ring des Tischchens durchsichtige Objecte auf oder zwischen Glasplatten legen kann, welche man von unten mit einem kleinen Spiegel oder einem kleinen Stück weissen Papieres beleuchtet. Gröbere mikroskopische Präparate, Trichinen und dergl. lassen sich auf diese Weise sehr gut beobachten.

Die Anfertigung des Apparates habe ich Herrn Mechanikus O. Töpfer in Potsdam übertragen. Dem Apparat, welcher in sehr solider und geschmackvoller Form bereits in mehreren Exemplaren ausgeführt worden ist, werden drei Lupen (Cylinderlupen) mit 7,8, 10,0 und 14,0 mm Brennweite, also mit 32, 25 und 18facher Vergrösserung beigegeben. Inclusive Kasten und Beleuchtungslinse liefert Herr Töpfer den Apparat für den mässigen Preis von 35 Mark.

Ein einfacher Apparat zur Destillation des Quecksilbers im Vacuum.

Von
Dr. B. Nebel in Stuttgart.

Der bisherige Quecksilber-Destillationsapparat des physikalischen Institutes der technischen Hochschule Stuttgart hatte, abgesehen von seiner grossen Zerbrechlichkeit, eine Menge technischer Fehler, welche die Ursache waren, dass bei der geringsten Unaufmerksamkeit der Apparat gebrauchsunfähig wurde, weshalb er nur selten zur Verwendung kam. Bei der Construction des vorliegenden Apparates sollte die Zerbrechlichkeit auf ein Minimum reducirt, die Fehler beseitigt und die Leistungsfähigkeit bei selbstthätigem, continuirlichem Betriebe auf ein Maximum gesteigert werden.

Der vorliegende Apparat entspricht nunmehr allen Anforderungen und functionirt tadellos. Um aber nicht schon Dagewesenes zu wiederholen, hielt ich in der mir zu Gebot stehenden Literatur Umschau und fand auch einen, dem hier zu beschreibenden sehr ähnlichen Destillationsapparat von A. W. Wright[1]), dem jedoch mehrere Fehler anhaften, auf welche ich später zurückkommen werde. Dieser Wright'sche Apparat ging aus demjenigen von Weber[2]) hervor und besitzt dieselben Vortheile des viel complicirteren Apparates von Weinhold[3]), der theils von Bosscha[4]), theils von Weinhold[5]) selbst mehrfache Abänderungen erfahren hat. — Was den Apparat von H. N. Morse[6]) betrifft, so ist derselbe nicht sehr einfach, benutzt sechs Gasbrenner und lässt das gereinigte Quecksilber mit Kautschukstopfen in Berührung, was gewiss nicht von Vortheil ist, zumal das Quecksilber sehr oft noch heiss ist.

Auf einem Gestell von Rahmenschenkeln (vgl. Fig.) wird mittels vier Messingklammern der aus einem Stück bestehende Glasapparat *macegh* befestigt. Das 6,5 mm weite Rohr *m* endigt oben in ein weiteres Gefäss *a*, das einen mittleren Durchmesser



von 42 mm und eine Länge von 95 mm besitzt. Daran schliesst sich das 6,5 mm weite Rohr *bcd*, welches direct über *a* in einem spitzen Winkel umgebogen ist; zwischen *d* und *e* ist ein 1,3 mm weites Rohr, welches am unteren Ende die 15 mm weite Kugel *f*, den 33 mm langen Schliff *g* und das 30 mm lange Glasgefäss *h* mit dem Ausflussrohre trägt. Eine gewöhnliche, umgestürzte Säureflasche *p*, welche 7 kg Quecksilber aufnehmen kann, wird von einem in Paraffin gekochten Kork abgeschlossen, welcher vorsichtshalber mit einem Draht an den Hals der Flasche angebunden ist. Die Flasche ruht in zwei Holzringen, die sich in dem Schlitz *tt* so verschieben lassen, dass das Ende der Röhre *n*, welche 5 mm weit ist und einen Glashahn *o* enthält, 20 bis 30 mm über dem unteren Ende der Röhre *m* eingestellt werden kann. Das Glasgefäss *l*, welches eine Länge von 110 mm, einen oberen Durchmesser von 46 mm und einen unteren von 29 mm hat, sitzt in einem mit einem verticalen Schlitz versehenen Holzgefäss, welches in dem verstellbaren Brett *v* eingelassen ist. Der Schlitz gestattet, das Quecksilberniveau controliren, sowie die Röhren *m* und *n* richtig einstellen zu können. Ebenso ist der Bunsenbrenner *q* in ein verschiebbares Brett eingelassen; der Kamin des Brenners ist durch Draht an dem Herabfallen gehindert. Dem Glase *k*, eingelassen in einen Holzring, wird durch einen kleinen Gummischlauch das destillirte Quecksilber zugeführt, damit das Umherspritzen des Quecksilbers beim Herabfallen verhindert werde. Bei *b* ist eine Lage Asbestpappe, um das Holz vor dem Verkohlen durch das heisse Glasrohr zu schützen. Der untere Theil von Gefäss *a* und die Einmündungsstelle des

[1]) A. W. Wright, American Journal of Science (3) XXII S. 479; Zeitschrift für Instrumentenkunde 1882. S. 461. — [2]) Leonhard Weber, Rep. d. Phys. 15. S. 52. 1879. — [3]) A. Weinhold, Rep. d. Phys. 9. S. 69. 1873. — [4]) Bosscha, Catalogue of the Loan Collection, London 1876 No. 2423. — [5]) A. Weinhold, Rep. d. Phys. 15. S. 1. 1879. — [6]) H. N. Morse, Amer. Chem. Journ. 7. 60. 1885; Chemikerzeitung 1885. S. 964.

Rohres *m* in dasselbe sind zunächst mit Asbestpappe umgeben, welche im feuchten Zustand um das Glas gelegt wurde, damit sie dessen Gestalt annehme; dann folgt das Drahtgazenetz *r*, welches mit einem Draht an dem Querrahmen befestigt ist. Die Gefässe *l*, *h* und *k* sind durch hölzerne Deckel gegen Staub geschützt; *u* ist ein Glasrohr, welches in den Schliff *g* luftdicht passt und oben wellenförmig sich verjüngt, um den mit der Luftpumpe verbundenen Schlauch aufzunehmen. — Die Höhendifferenz zwischen der Mitte vom Gefäss *a* und dem unteren Ende des Rohres *n* muss gleich dem mittleren Barometerstand des betreffenden Ortes sein (für Stuttgart 740 mm); das Rohr *de* ist dagegen 850 mm lang.

Will man den Apparat in Thätigkeit setzen, so nimmt man die Flasche *p* aus ihrem Gestell heraus und füllt sie mittels eines Trichters durch die Röhre *n* mit Quecksilber, oder man löst den Kork und hat somit ein bequemeres und schnelleres Füllen. Hierauf schliesst man den Glashahn *o*, stürzt die Flasche um und bringt sie wieder an ihren Platz, so dass sich nach Oeffnen des Hahnes das Gefäss *l* theilweise mit Quecksilber füllt. Nun wird das Rohr *u* mit dem Schlauch der Luftpumpe verbunden und dann *u* in den Schliff *g* eingesetzt. Sollte der Schliff nicht luftdicht abschliessen, so muss in das Gefäss *k* etwas reines Quecksilber eingegossen werden. Wird *a* luftleer gemacht, so steigt das Quecksilber in *m* und füllt *a* ungefähr bis zur Hälfte, worauf mit der Destillation begonnen wird. Ist die Kugel *f* mit destillirtem Quecksilber gefüllt, so gestattet man der Luft langsam den Zutritt durch die Pumpe, worauf sich das Rohr *u* sehr leicht entfernen lässt. Das Heberrohr *def* bildet dann gleichfalls ein Barometer. Der Querschnitt von *de* wurde aber so klein gewählt, dass nun *cde* als Sprengel'sche Quecksilberluftpumpe wirkt, somit *abc* während der Destillation stets luftleer gemacht wird.

Kann der Apparat nicht so lange an der Luftpumpe bleiben, bis die kleine Kugel *f* sich mit destillirtem Quecksilber gefüllt hat, so muss man vor dem Auspumpen das Rohr *fe* mit reinem Quecksilber füllen. Das Abflussrohr am Gefäss *h* soll nicht zu eng gewählt werden, da sonst das Quecksilber nur dann ausfliesst, wenn der Ueberdruck des Quecksilbers in *h* ein gewisses Maass erreicht hat, so dass nur eine zeitweise Entleerung von *h* stattfindet. — Der Apparat bedarf nunmehr keiner weiteren Wartung; Morgens zündet man den Brenner an und Abends löscht man die Flamme. Ungefähr alle zwei Tage ist das Gefäss *p* wieder frisch zu füllen, was aber ohne jede Störung der Destillation vor sich geht. — Die Flammengrösse ist so zu wählen, dass das Quecksilber in *a* nicht zum Sieden kommt, aber dem Siedepunkt möglichst nahe liegt. Die Erfahrung lehrt, dass, wenn *a* beinahe ganz gefüllt ist, das Quecksilber bei der gleichen Flammengrösse leichter zum Sieden gelangt, als wenn es nur den halben Raum einnimmt, ebenso wenn das Gefäss *a* bei der angegebenen Breite eine grössere Länge hat, als die angeführte ist, und somit mehr Quecksilber enthält. Der Apparat liefert, in den oben angegebenen Dimensionen ausgeführt, bei einer mittleren Flammengrösse 5 bis 600 Gramm destillirtes Quecksilber pro Stunde. —

Den Schliff *g* hätte man dadurch umgehen können, dass man das Rohr *u* direct an die Kugel *f* angeblasen und das Abflussrohr an der Kugel angebracht hätte, welch' letzteres man dann während des Auspumpens mit etwas Klebwachs zu verschliessen hätte. Indessen wiegt diese kleine Ersparniss nicht die Festigkeit des Apparates in der anderen Form auf; denn der Schlauch, welcher den Apparat mit der Luftpumpe verbindet, ist meistens sehr steif und lässt sich besser in das Rohr *u* eindrücken, wenn letzteres frei vom Apparat ist. Der grösseren Haltbarkeit wegen



kann man den rechten Rahmenschenkel unten etwas breiter machen, so dass *fgh* auf dem Holz befestigt wird, dann muss aber das Abflussrohr nach vorn gehen.

Verfügt man nur über Wasserstrahlluftpumpen, wie es z. B. in den meisten chemischen Laboratorien der Fall ist, so ist nach meinen hier angestellten Versuchen die gläserne Wasserstrahlluftpumpe der metallenen vorzuziehen, indessen genügt jede derartige Pumpe, wenn sie nicht gar zu schlecht functionirt, da das vollständige Auspumpen nachher bei der Destillation durch die am Apparat befindliche Sprengel'sche Quecksilberluftpumpe besorgt wird. Sollte die Wasserstrahlluftpumpe nicht stark genug wirken, so macht man das Gefäss *l* länger, füllt es ganz mit Quecksilber, so dass die Höhendifferenz von der Mitte des Gefässes *a* und dem Quecksilberspiegel *ml* der Leistungsfähigkeit der Pumpe entspricht. Das Rohr *m* soll bis zur Mündung in *a* ganz mit Quecksilber gefüllt sein, sonst findet keine Destillation nach dem Rohre *bcd* statt.

Der Bogen *fe* soll womöglich halbkreisförmig sein, jedenfalls ist jede rasche Biegung sehr zu vermeiden, da bei dem Sprengel'schen Auspumpprocess sich an der Biegung die Luftbläschen so stark festsetzen, dass das Quecksilber nicht mehr nach *f* gelangen kann, sondern allmälig das Rohr *cde* anfüllt. Abhilfe wird durch Erschütterung des Rohres geschaffen, jedoch ist es besser, die Biegung herauszuschneiden und ein besser gebogenes Glas einzusetzen.

Da der Apparat aus einem Stück besteht, so sind dadurch Schliffe, Hähne, Fett, Verbindungen mit Kautschukschläuchen und dergleichen mehr vermieden, was bei den bisherigen Apparaten, die nicht haltbarer waren als der vorliegende, als lästige Beigabe vorhanden war.

Um das Geräusch und das damit verbundene Stossen, welches allerdings keinen Schaden bringt, bei dem Aufsteigen der Luft durch *no* nach *p* zu vermeiden, wurde ein zweites engeres Rohr durch den Kork gesteckt, dessen eines Ende bis zum oberen Boden von *p* reicht, während das andere das Niveau des Quecksilbers in *l* angiebt, wobei das Rohr *n* bis zum Boden von *l* geführt werden kann.

Abgesehen von der grossen Einfachheit, besitzt dieser Apparat den früheren gegenüber noch sonstige, bedeutende Vorzüge. Dadurch, dass das Rohr *m* seitlich in *a* mündet, kommt die Flamme nicht direct an die Anschmelzstelle, welche immer ein gefährlicher Punkt ist; sodann ist in *a* stets Quecksilber, selbst wenn aus irgend einem Grunde kein Vacuum mehr vorhanden, d. h. in *m* kein Barometer mehr wäre, wodurch ein Schmelzen des Glases ausgeschlossen ist, weil in diesem Fall das im unteren Theil von *a* enthaltene Quecksilber bei der Destillation immer zurückfliesst und nicht nach *bcd* hinüberdestillirt. — Ist die Flamme seitlich, wie beim Wright'schen Apparat, so ist einmal die erwärmte Stelle sehr klein, sodann, wenn das Barometer sinkt, oder der Gasdruck zu gross wird, kommt die Flamme an das vom Quecksilber befreite Glas, es wird weich und wird vom äusseren Luftdruck, weil innen ein Vacuum vorhanden ist, eingedrückt. Hier ist man vom Gasdruck so zu sagen unabhängig, da Drahtnetz und Asbestpappe die Wärme gleichmässig vertheilen, ein Stossen des Quecksilbers somit kaum eintreten kann.

Die Knickung *b* ist unmittelbar bei *a*, so dass nur äusserst wenig Quecksilber zurückfliesst, was beim Wright'schen Apparat nicht der Fall ist; dort ist zwischen *a* und *b* ein ziemlich langes Rohr. Wright hat zwischen *b* und *c* ein seitliches Rohr, das mit der Luftpumpe in Verbindung gesetzt und nachher zugeschmolzen wird; dies ist aber für die Reinigung u. s. w. gewiss umständlicher. An unserem früheren Apparate war zwischen *b* und *c* ein Rohr mit Glashahn, das zur Luftpumpe führte.

Wurde nun bei der Destillation das Rohr heiss, so blieb der Hahn nicht mehr luftdicht, deshalb wurde er immer weiter von *bc* entfernt, d. h. das Rohr für die Luftpumpe immer länger gemacht, so dass der Apparat immer zerbrechlicher wurde und schliesslich doch nicht Luftleere bewahrte. Die Sprengel'sche Quecksilberluftpumpe, die vorzüglich functionirt, fehlt bei dem Weber'schen Apparat, weshalb bei letzterem nach längerem Betrieb kein reines Vacuum mehr vorhanden ist; auch muss man bei ihm schon über eine ziemliche Menge reinen Quecksilbers verfügen, was bei unserem Apparat durchaus nicht der Fall ist.

Will man den Apparat nicht mehr gebrauchen, so braucht man nur die Flamme zu löschen; man hat dann zwei Barometer, die verhältnissmässig wenig Quecksilber beanspruchen, zumal das Gefäss *l* mit Rücksicht hierauf unten verengt wurde. Um den Apparat behufs Reinigung auseinanderzunehmen, neigt man das Gestell langsam nach links, dann fliesst das Quecksilber sowohl aus *m*, als aus *h*. Die Reinigung selbst kann dann leicht durch Salpetersäure besorgt werden.

Für ein tadelloses Destillat ist es rathsam, das zu destillirende Quecksilber zuerst einige Tage mit concentrirter Schwefelsäure zu behandeln. Die etwa 2 cm über dem Quecksilber stehende concentrirte Schwefelsäure wird zeitweise mit dem Quecksilber durchschüttelt, dann wäscht man das Quecksilber mit destillirtem Wasser, von welchem es wieder mit Filtrirpapier getrocknet wird.

Um des Quecksilbers nicht verlustig zu werden, wenn aus irgend einem Anlass der Apparat entzwei gehen sollte, thut man gut daran, den Boden desselben mit Holz oder Pappe zu umgeben. Der Apparat ist so einfach gebaut, dass Jeder, der am Blastisch einige Uebung hat, sich ihn selbst herstellen kann, jedenfalls bietet er einem Glasbläser keinerlei Schwierigkeiten. Die Kosten dürften sich nach meinen Erfahrungen höchstens auf 15 Mark erstrecken.

Was den Weinhold'schen Apparat betrifft, so wird ihm nachgerühmt, dass er gut functionire und alle vier Stunden frisch gefüllt werden müsse; jedenfalls passt er bei seiner Complicirtheit nur in ein Laboratorium, wo ihm die nöthige Aufmerksamkeit von Sachverständigen geschenkt wird, keineswegs in Fabriken, wo der Apparat einem Arbeiter überlassen wird. Das meiste Quecksilber wird aber heutigen Tages bei der Glühlampenfabrication verwendet, und dabei ist es von grossem Werthe, einen Apparat für die Destillation zu besitzen, der einfach zu handhaben ist und möglichst geringer Wartung bedarf.

Schliesslich möchte ich noch auf die elektrischen Entladungen aufmerksam machen, die namentlich im Dunkeln zeitweise in dem Rohre *bcd* mit grünem Lichte auftreten. Diese Erscheinungen sind wohl auf die Reibung der kleinen Quecksilberkügelchen an den Glaswänden zurückzuführen.

Stuttgart, Technische Hochschule, Februar 1887.

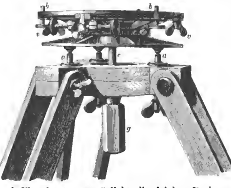
Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Neuer Messtisch.

Von **T. Ertel & Sohn** in München.

In Folge mehrfacher Anregung sowie wiederholter Anfragen und Bestellungen nahmen wir Veranlassung, der Construction des Messtisches neuerdings unter Beiziehung erfahrener Fachmänner unsere Sorgfalt zu widmen, um demselben jene Eigenschaften zu geben, welche durch seinen Gebrauch bedingt sind. Dieser verlangt in erster Linie eine rasche und sichere Aufstellung, Horizontalstellung und Orientirung des Tisches, Festigkeit und Dauer der einmal gewonnenen Stellung und mässiges Gewicht des Ganzen; letztere Anforderung ist na-

mentlich für alle Fälle des Gebrauches von Bedeutung, welche häufigen Wechsel der Aufstellung mit sich bringen. Die rasche und sichere Aufstellung des Messtisches verlangt ein nicht zu schweres Stativ, dessen Kopftheil fest mit den Beinen verbunden werden kann, ohne der leichten Beweglichkeit derselben Eintrag zu thun, wie sie im Hügel- oder Bergland nöthig ist. Die Horizontalstellung des Tischblattes verlangt, dass zwei Richtungen auf demselben möglichst unmittelbar in horizontale Lage gebracht werden können, was zunächst näherungsweise durch Eintreten der Stativbeine in den Boden oder Verstellen derselben geschieht und dann durch Anwendung von Stellschrauben; die Orientirung des Tischblattes erfordert eine grobe und feine Horizontaldrehung, ausserdem eine beliebige Verschiebung des Tischblattes innerhalb mässiger Ausdehnung, welche keine Aenderung in der Stellung des Statives oder in der Horizontalstellung zur Folge haben soll; endlich müssen alle diese Bewegungen ebenso leicht herbeigeführt als aufgehoben werden können und das Tischblatt soll für die Kippregeln eine ebene, horizontale und unverrückbare Unterlage gewähren, welche durch zufällige äussere Einwirkungen, wie unabsichtlicher Druck oder Stoss gegen das Tischblatt oder einseitige Belastung desselben beim Gebrauch der Kippregel nicht geändert werden kann.



Der neue Messtisch besteht aus drei Theilen: dem Stativ, dem Mittelstück und dem Tischblatt. — Das Stativ ist zusammengesetzt aus einem ringförmigen Kopftheil mit drei flantschenartigen Ansätzen, an welche sich die oberen Enden der durchbrochenen Stativbeine beiderseits anlegen. Ein Bolzen mit Schraube und Flügelmutter ermöglicht die leichte Drehung sowie die feste Verbindung zwischen Stativkopf und Stativbein, je nachdem die Flügelmutter angezogen oder gelöst wird.

Der Stativkopf wird aus zwei Holzschichten zusammengeleimt, in welchen die Faser nach verschiedenen Richtungen läuft, um das Werfen des Holzes zu vermeiden; durch diesen Kopf ragen drei Stellschrauben *aa* nach oben, deren Muttern in Form von sechsseitigen Prismen eingesetzt sind. Diese Stellschrauben werden gedreht durch die am unteren Ende aufgesteckten Köpfe, während auf jedes der oberen Enden ein Plättchen mit Kugelgelenk aufgesprengt ist, welches sich leicht nach allen Seiten dreht und für die ebene Unterfläche des Mittelstückes einen Stützpunkt abgiebt, sowie eine beliebige Verschiebung desselben auf den drei Plättchen zulässt, gleichviel wie diese Unterfläche gegen die Kopffläche des Statives geneigt ist.

Das Mittelstück besitzt zwei nach oben und unten gekehrte kreisförmige Flächen, eine untere scheibenförmige, mit welcher es auf den drei Stellschrauben liegt und eine obere ringförmige, welche als Unterlage für einen gleich grossen zweiten Ring dient, der mit dem Tischblatt fest verbunden werden kann. Die Unterfläche ist durch acht Rippen, der obere Ring durch sechs Speichen hinreichend verstärkt, um Verbiegungen unmöglich zu machen. Rippen und Speichen vereinigen sich an einem cylinderförmigen Kernstück von etwa 10 cm Durchmesser, das eine schalenförmige Füllung enthält. Dieses Kernstück ist in der Mitte seiner nur 4,5 cm betragenden Höhe auf 1 cm Breite cylindrisch abgedreht und um diese Cylinderfläche ein aus zwei Hälften zusammengeschraubter Klemmring *r* gelegt. Durch einen radial nach aussen ragenden leierförmigen Arm nebst zwei Schrauben ist dieser Klemmring mit dem oberen Ring in Verbindung und ermöglicht die Feststellung sowie die grobe und feine horizontale Drehung des Tischblattes. Die grobe Drehung wird mit der durch den Arm greifenden Klemmschraube *k* gehemmt, indem durch Anziehen derselben ein vor-

gelegtes Plättchen radial gegen die abgedrehte Cylinderfläche des Kernstückes gedrückt wird. Die feine Horizontaldrehung ist durch zwei tangential zur äusseren Ringperipherie einander entgegenwirkende Schrauben ermöglicht, welche ihre Führung in je einem geschlitzten und durch ein Klemmschräubchen zusammengezogenen Gabeltheil des vorgenannten leierförmigen Armes erhalten. Diese beiden Schrauben fassen einen vom beweglichen Ring nach abwärts stehenden Backen von beiden Seiten fest, so dass keine unabsichtliche Bewegung des Tischblattes möglich ist, wie bei Anwendung von Schraube und Feder, wobei letztere entweder mit der Zeit lahm wird oder durch zufälligen seitlichen Druck, wie er durch Anlegen an das weit ausladende Tischblatt nur zu häufig entsteht, überwunden wird und Fehler in der Orientirung mit sich bringt. Auf dem 25 cm im Durchmesser haltenden beweglichen Ring wird das Tischblatt durch drei über die Oberfläche desselben vorstehende Schrauben *bb*, welche in ebenso viele in das Tischblatt eingelassene Muttern eingreifen, festgehalten und erhält dadurch eine weit vollkommenere Unterstützung, als mit Anwendung der in letzter Zeit bei den meisten Messtisch-Constructionen beliebten Horizontalführung mit Centralbüchse und Verticalaxe, welche stets der Stabilität des Tischblattes Eintrag thut, da dessen Unterstützung sich nahezu auf einen Punkt zusammenzog, wobei weder die Klemmen für die grobe noch die Mikrometerschrauben für die feine Horizontalbewegung auf die Dauer fehlerfrei blieben, weil sich nur zu bald ein todter Gang einstellte. Zur Sicherung der Orientirung und zugleich zur Schonung der Horizontalführungen sind am Führungsring zwei Versicherungsklemmen *vv* wieder eingeführt, welche bei längerer Dauer einer Aufstellung fest anzuziehen sind. Die feste Verbindung des Mittelstückes mit dem Stativ wird erreicht durch Anziehen der Centralschraube. Dieselbe hängt von der schalenförmigen Füllung des Kernstückes, durch diese und die Durchbrechung des Stativkopfes hindurchgreifend, frei nach abwärts und endigt unten mit einem kräftigen Gewinde. Eine von unten eingreifende Mutter ist in einen Griff *g* von der Form eines starken sechsseitigen Prismas eingelassen; durch Anziehen desselben wird eine federnde Messingscheibe gegen die Unterseite des Stativkopfes gepresst, wodurch das ganze Obertheil des Messtisches, welches auf den drei Stellschrauben ruht, festgehalten wird. Wird die Feststellung aufgehoben, so lässt sich das ganze Mittelstück sammt dem Tischblatt beliebig verschieben und drehen, ohne merkliche Aenderung für eine vorausgehend vorgenommene Horizontalstellung. Diese Verschiebung ist innerhalb einer Kreisfläche von 8 cm Durchmesser möglich, entsprechend der Grösse der Durchbrechung des Stativkopfes, so dass bei einigermaassen richtiger Aufstellung des Statives jede Orientirung des Tischblattes erreicht werden kann. Das Gesammtgewicht des Messtisches beträgt nur 9 kg.

Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente, Apparate und Präparate.

Gelegentlich der diesjährigen (60.) Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte wird wieder eine Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente, Apparate und Präparate neue Erscheinungen auf diesem Gebiete vorführen. Die Ausstellung wird wissenschaftliche Instrumente aller Art umfassen, physikalische Apparate, mit besonderer Abtheilung für Mikrologie, chemische Instrumente, Apparate für den naturwissenschaftlichen Unterricht, Hilfsmittel für Geographie und Anthropologie, medicinische und chirurgische Apparate u. dgl. — Die Ausstellung wird vom 18. bis 24. September d. J. in Wiesbaden stattfinden. Die Aussteller werden weder Platzmiethe, noch Beisteuer irgend einer Art zu leisten haben. Anfragen sind zu richten an den Vorsitzenden des Ausstellungscomités, Herren Dreyfus in Wiesbaden, Frankfurterstr. 44. Für Berlin fungirt als Delegirter des Comités Herr Dr. Lussar, Karlstrasse 19.

Referate.

Ueber ein neues Galvanometer.

Von J. Kollert. *Wied. Ann. N. F.* **29**. *S. 491.*

Die Construction beruht auf demselben Princip wie die des Rosenthal'schen Mikrogalvanometers. Das magnetische System besteht aus zwei Sextanten einer kreisförmig gebogenen sehr dünnen Taschenuhrfeder, deren Mitten durch ein leichtes, 6 cm langes Stäbchen so verbunden sind, dass die ungleichmässigen Pole einander gegenüber stehen; über der Mitte dieses Stäbchens befindet sich zunächst der Glimmerflügel einer Töpler'schen Luftdämpfung und darüber ein 0,3 mm dicker Spiegel von 2 cm Durchmesser; das ganze System hängt an einem 25 cm langen einfachen Coconfaden. Die Pole der Magnete liegen nahe den Mitten von vier Elfenbeinrollen, die mit je 4000 Windungen sogenannten Telephondrahtes umwickelt sind. Der Radius der innersten Windungen ist 0,35, derjenige der äussersten 1,25 cm. Die Rollen sind an den Enden zweier um die Axe des Instrumentes drehbaren Stäbe befestigt, die man unter einem Winkel von etwa 72° gegen einander feststellt. Die Stromzuführung erfolgt durch Klemmen, die in zwei Gruppen zu je vier auf zwei Kreisbogenstücken von Hartgummi befestigt sind. Zur Vermeidung von Störungen durch Luftströmung ist der die Magnete und die Multiplicatorrollen enthaltende Theil des Instrumentes von einem Messingrohr umschlossen. Das ganze Instrument ruht auf einem mit Stellschrauben versehenen Messingdreifuss und ist um einen Conus drehbar; ebenso ist der Spiegel und das Spiegelgehäuse nach verschiedenen Seiten drehbar. Die Rechnung zeigt, dass ein Strom von 10^{-9} Amp. bei einem Scalenabstand von 13554 Scalentheilen einen Ausschlag von 1 Scalentheil geben muss. Der Versuch hat dies bestätigt. *L.*

Absolutes Elektrodynamometer.

Von H. Pellat. *Compt. Rend.* **104**. *S. 1189.*

Innerhalb einer langen Rolle mit 10 Drahtschichten, deren Axe horizontal liegt, hängt concentrisch mit dieser eine kleine Rolle von einer einzigen Drahtschicht mit verticaler Axe an einem Wagebalken, der an seinem anderen Ende eine Schale trägt. Die Schneiden und Pfannen der Wage sind aus Achat, wie überhaupt alle magnetischen Substanzen bei der Herstellung der Wage vermieden sind. Ein Strom, der durch beide Rollen geht, sucht die Axe der kleinen Rolle gegen die Verticale zu neigen; aus dem Gewichte, mit welchem man zur Herstellung des Gleichgewichtes die Wage zu belasten hat, und den Dimensionen des Apparates ergiebt sich dann die Stromintensität in absolutem Maasse.

L.

Ueber einen Universalspectralapparat für qualitative und quantitative chemische Analyse.

Von G. Krüss. *Berichte d. Deutschen Chemischen Gesellschaft.* **19**. *S. 2739.*

Der Krüss'sche Universalspectralapparat, der sowohl zur Anstellung einfacher Beobachtungen, wie zur Anstellung genauer Messungen, zu qualitativen wie zu quantitativen Analysen dienen soll, hat im Wesentlichen die von Kirchhoff und Bunsen angegebene Construction, weist jedoch eine Reihe von bedeutenden Verbesserungen auf, die seine Anwendbarkeit für sehr verschiedene Zwecke ermöglichen. — Das Collimatorrohr mit dem Spalt besitzt keinen Auszug, die (aus Platin gefertigten und sehr fein geschliffenen) Schneiden des Spaltes sind genau im Brennpunkt des Objectivs und der brechenden Kante des Prismas parallel orientirt, so dass dem Beobachter die Einstellung des Spaltes erspart bleibt. Für qualitative Analysen wird ein einfacher, für quantitative ein Doppelspalt benützt, und zwar geschieht die Oeffnung des Spaltes symmetrisch zur optischen Axe. In Folge dieser Anordnung behalten sämmtliche Theile des Spectrums bei verschiedenen Spaltweiten die nämliche mittlere Lage zur Axe, während sie sich bei einseitiger Oeffnung des Spaltes einseitig verbreitern; durch Anwendung des symmetrischen Doppelspaltes wird die Vierordt'sche Methode, die Helligkeit eines bestimmten Spectralbezirkes einer Lichtquelle

mit derjenigen desselben Bezirkes einer andern Lichtquelle zu vergleichen, vollkommen einwurfsfrei. Der einfache Spalt ist mit einem Vergleichsprisma versehen. Die Spaltbreite ist sowohl bei dem einfachen wie bei dem Doppelspalt durch eine die Oeffnung des Spaltes vermittelnde Mikrometerschraube mit getheilter Trommel genau messbar und so weit zu verringern, dass schon bei Anwendung eines nur schwach zerstreuenden Prismas von 60° die *D*-Linie deutlich doppelt erscheint. — Der Apparat besitzt ferner zwei Prismen: ein einfaches, schwach dispergirendes Flintglasprisma von 60° und ein stark dispergirendes Rutherford-Prisma mit automatischer Einstellung auf das Minimum der Ablenkung. Durch eine einfache Vorrichtung kann bei Bewegung des Beobachtungsfernrohres gleichzeitig automatisch die Einstellung jedes der beiden Prismen in das Minimum der Ablenkung für jede beobachtete Spectralregion bewirkt werden. (Vgl. diese Zeitschr. 1885, S. 181. 232.) — Das Scalenrohr trägt genau im Brennpunkt seines Objectivs die photographirte Scale fest angebracht und durch keinen Auszug verrückbar. Die Mitte der *D*-Linie fällt (wie bei Lecoq) genau mit dem Theilstrich 100 zusammen. Das Beobachtungsfernrohr besitzt eine etwa siebenmalige Vergrösserung. Besondere Erwähnung verdienen die am Fernrohr selbst befindlichen Messvorrichtungen. Eine Mikrometerschraube mit getheilter Trommel bewegt das Fernrohr um die verticale Axe des Instrumentes, und zwar wird die Verschiebung des Fernrohres nicht wie bei andern Spectroskopen auf dem horizontalen Theilkreise abgelesen, sondern an einer Theilung, die sich an der Stirnseite des Fernrohrträgers befindet, so dass der Beobachter direct nach der Theilung blickt. Eine zweite Mikrometerschraube mit getheilter Trommel macht das Fadenkreuz für sich allein beweglich; das Verhältniss der Ganghöhen der beiden Mikrometerschrauben zu einander, ebenso wie zu den Theilen der Scale ist bekannt, so dass die Beobachtungen auf verschiedene Weise controlirt werden können. Das Fadenkreuz bewegt sich in einem Schieber, der in der Focalebene des Oculares steht; in demselben Ocularschieber befindet sich ein Vierordt'scher Ocularspalt, der zum Herausschneiden eines schmalen, möglichst homogenes Licht enthaltenden Spectralbezirkes und zum Abblenden der nicht benützten Theile des Spectrums bei quantitativen Analysen dient; er findet bei allen genauen Messungen sowie bei der Beobachtung lichtschwacher Erscheinungen Anwendung. *B.*

Ueber Freihand-Instrumente zum Nivelliren und Höhenwinkelmessen.

Von Prof. Dr. W. Jordan. *Zeitschrift für Vermessungswesen.* ***16.*** *S. 2.*

Die Benutzung kleinerer Messinstrumente, welche ohne Anwendung eines Stativs in freier Hand gebraucht werden, ist in Deutschland noch nicht sehr verbreitet, obwohl sie für Messungen untergeordneter Art recht wohl empfohlen werden kann. Verfasser hat seit längerer Zeit Erfahrungen über den Gebrauch derartiger Instrumente gesammelt und theilt dieselben, unter Vorlegung von Versuchsmessungen, mit.

Zunächst wird das Taschennivellirinstrument von R. Wagner (vgl. diese Zeitschr. 1882, S. 229) besprochen. Dasselbe wird von einem Fernrohr gebildet, das an einem Griff von freier Hand gehalten wird. In der Wandung des Fernrohres ist seitwärts, parallel zur Absehenslinie, eine Libelle und ihr gegenüber ein Planspiegel angebracht; an dieser Stelle ist der Tubus durchbohrt und die Bohrung mit Glas bedeckt, um Licht einzulassen. Unmittelbar neben der eigentlichen Ocularlinse des Fernrohres befindet sich eine zweite, planconvexe Linse. Bringt man nun das Auge an den Durchschnittspunkt der Axe dieser letzteren Linse mit der optischen Axe des Fernrohres, so sieht man die im Gesichtsfelde erscheinenden Objecte (Fadenkreuz, Nivellirlatte) neben dem Bilde der Libelle; man kann also die Ablesung im Momente des Einspielens der Libelle bewirken. Der Ocularauszug ist nur wenig verstellbar; die Einstellung des Bildes erfolgt durch einen Objectivauszug, der je nach der Vergrösserung mittels Hand, oder durch einen drehbaren Ring oder durch ein Getriebe verstellbar ist. — Diesem Instrument reiht sich Bohne's Tascheninstrument an; dasselbe besteht aus einem cardanisch aufgehängten pendelnden Galilei'schen Fernrohre mit horizontaler Ziellinie. Das concave Ocular desselben ist durch-

bohrt und trägt in der Bohrung eine kleine Convexlinse, so dass man ein innen angebrachtes Fadennetz oder eine Scale gleichzeitig mit einem entfernten Zielpunkte sehen kann. — Mit Instrumenten dieser Art hat Verf. Versuchsmessungen vorgenommen und mit beiden Instrumenten nahe dieselben Resultate erreicht; als mittleren Fehler eines Nivellements von 100 m Länge, mit zwei Aufstellungen und 25 m Zielweite, erhielt er 8,55 cm, als mittleren Fehler eines Nivellements auf 1 km Länge 27 cm; das Kilometer konnte in 47 Minuten fertig nivellirt werden. Prof. Hammer hatte früher mit einem Wagner'schen Instrumente (Zeitschr. für Vermessungswesen 15. S. 522) bessere Resultate erreicht, doch darf nicht unerwähnt bleiben, dass bei Prof. Jordan's Messungen die Nebenumstände ungünstiger waren.

Es folgen dann die Besprechungen einiger freihändig zu gebrauchender Höhenwinkelmesser. Der Zugmnier'sche, von Mech. Sickler in Karlsruhe nach Angaben des Verf. modificirte Höhenwinkelmesser (vgl. Zeitschr. für Vermessungswesen 1. S. 213 und 2. S. 114. 344) besteht aus einem kreisförmigen Gehäuse, in welchem ein getheilter Kreisbogen um einen centrisch angebrachten Zapfen schwingt; das Gewicht des Kreisbogens ist so contrebalancirt, dass der zum Nullpunkt der Theilung gehörige Radius sich stets horizontal — oder doch in einer bestimmten Neigung — stellt. Die cylindrische Wand des Gehäuses ist mit einem Ocularspalte und einer diesem diametral gegenüber liegenden Zielmarke versehen; an dieser vorbei schwingt der Kreisbogen, dessen auf einer Kegelfläche aufgetragene Theilung von dem Ocularspalte aus bequem abgelesen werden kann; die Theilung giebt ganze Grade; Zehntel werden geschätzt; zur Beleuchtung der Theilung dient eine am Deckel des Gehäuses angebrachte und mit Glasfenster verschlossene Oeffnung. Die Schwingungen des Kreisbogens können durch einen Knopf arretirt werden. Um den Bogen beliebig stark oder schwach schwingen zu lassen, hat Verf. noch eine zweite, mittels Schieber verschliessbare Oeffnung am Gehäusedeckel anbringen lassen; während also die rechte Hand den Apparat hält, kann die linke in das Innere hineingreifen und den Kreisbogen nach Belieben anhalten oder schwingen lassen. Aus 10 Doppelmessungen hat Verf. früher für dieses Instrument einen mittleren Messungsfehler von $\pm 4'$ abgeleitet, eine Genauigkeit, welche er durch langen Gebrauch bestätigt gefunden hat. — Eine Modification dieses Apparates ist vom Mechanikes Rundhagen in Hannover ausgeführt worden. Der getheilte Kreisbogen ist an die dem Beobachter zugewandte Seite der cylindrischen Kapsel verlegt und letztere von einem Visirrohr durchsetzt worden, neben dessen Ocularspalt sich eine Lupe zur Ablesung der Theilung befindet. Die Anbringung der Lupe gestattet jede beliebige Dimension des Instrumentes, während die frühere Form, bei welcher die Theilung mit blossem Auge abgelesen wird, höchstens eine Länge von 15 cm haben kann. Die Genauigkeit der modificirten Form ist dieselbe wie die des älteren Apparates. — Neuerdings hat Herr Rundhagen nach Angaben des Verf. das Instrument zu einem Prismen-Höhenmesser umgestaltet; die Kapsel verlängert sich in ein kleines Fernrohr, in welchem sowohl der Zielpunkt, als auch mit Hilfe eines Prismas die Theilung erscheint; mit dem so veränderten Apparat sind indess noch keine Messungen vorgenommen worden. — Tesdorpf's Höhenmesser verwirklicht folgenden, bereits mehrfach verwertheten Gedanken. Ein mit Ocularvorrichtung und Fadenkreuz versehenes Rohr hat im Inneren vorn einen Spiegel, auf welchen durch eine Oeffnung des Tubus das Bild einer oben angebrachten Libelle fällt; der Spiegel nimmt die linke Hälfte des Rohres ein, so dass im Gesichtsfelde links die Libelle und rechts der Zielpunkt erscheint. Die Libelle ist mit einem getheilten Kreisbogen verbunden, der sich an einem Nonius oder Index vorbei bewegt, und im Moment, wo die Blase einspielt, durch eine Bremsschraube arretirt werden kann; Verf. hält jedoch für besser, den Bogen nicht zu arretiren, sondern ihn mit etwas Reibung sich bewegen zu lassen, so dass er in der kurzen Zeit vom Zielen bis zum Ablesen als fix angesehen werden kann. Als mittleren Messungsfehler leitet Verf. für dieses Instrument eine Genauigkeit von $\pm 7'$ ab. — Im Wesentlichen auf demselben Principe beruht das Hydrostatoskop von F. H. Reitz (diese Zeitschrift 1885, S. 87), welches den Seemann bei der Messung von Höhenwinkeln von der Benutzung eines Horizontes frei machen will; bei demselben wird gleichfalls das Bild einer Libelle durch einen Spiegel in das Ocular reflectirt.

Die eben beschriebenen Instrumente von Sickler, Randhagen und Tesdorpf empfiehlt nun Verf. zur Messung von Höhenwinkeln in Verbindung mit Bandzügen von etwa 20 m Streckenlänge, deren einzelne Azimute mit einer Stockbussole gemessen werden; in jeder einzelnen Strecke soll der Höhenwinkel hin und her gemessen und dadurch sowohl der Indexfehler eliminirt, als auch dem Einschleichen grober Fehler vorgebeugt werden. Eine Anzahl von Messungen dieser Art wird mitgetheilt, im Ganzen 25 Messungen mit 13 km Gesammtlänge und 1957 m Gesammthöhe, aus welchen ein Fehler der Höhenmessung von etwa 5 cm pro Bandlänge von 20 m abgeleitet wird, ein für Messungen dieser Art recht günstiges Resultat.

Verfasser fasst seine Erfahrungen in folgende Schlüsse zusammen: Für das eigentliche Nivelliren, d. h. Ablesen mit nur horizontalen Ziellinien an verticalen Latten, bringt die Freihand-Messung gegenüber der Stativmessung keinerlei Gewinn, nicht einmal an Zeit, dagegen ist die freihändige Höhenwinkelmessung mit dem Stahlband als Längenmesser ein wirksames Hilfsmittel der Horizontalcurven-Aufnahme in nicht ganz freiem Felde. *W.*

Neu erschienene Bücher.

Katechismus der Nivellirkunst. Von Dr. C. Pietsch. Leipzig, J. J. Weber. M. 2,00.

Das vorliegende Werkchen bildet ein Bändchen der von der oben genannten Verlagshandlung herausgegebenen „Illustrirten Katechismen“, welche in populärer Darstellung Belehrungen aus dem Gebiete der Wissenschaft, Kunst und Gewerbe bringen; nach englischem Vorbilde wird in Fragen und Antworten ein bestimmtes Wissensgebiet behandelt. Der Katechismus der Nivellirkunst giebt in dieser Weise eine orientirende Uebersicht über das Gebiet des Höhenmessens, ohne Anspruch auf wissenschaftliche Gründlichkeit zu machen. Von diesem Standpunkte aus betrachtet mag das Buch für den Laien, der sich über das Nivelliren oder einzelne dasselbe betreffende Fragen rasch orientiren will, gute Dienste leisten. Die gebräuchlichen Instrumente und ihre Handhabung, sowohl für das geometrische wie für das trigonometrische Nivellement — jedoch ohne die Freihand-Instrumente — sind an der Hand guter Abbildungen recht anschaulich geschildert; auch das barometrische Höhenmessen wird kurz behandelt. *W.*

P. Cantoni. Igroscopi, igrometri, umidità atmosferica. Milano. L. 1,50.

E. Selenka. Die elektrische Projectionslampe. Erlangen, Sitz.-Ber. d. Physik. Gesellsch. M. 0,50.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 5. April 1887. Vorsitzender: Herr Haensch.

Herr Dr. Filter hielt einen instructiven Vortrag über die erste Hilfe bei Unglücksfällen, mit besonderer Berücksichtigung der Unfallsvorschriften für die Betriebe der Feinmechanik.

Sitzung vom 19. April 1887. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Ingenieur A. Martens, Vorsteher der Königl. mechanisch-technischen Versuchsanstalt, sprach über Festigkeitsprüfungen und die hierzu benutzten Maschinen und Apparate. Bei den Festigkeitsprüfungsmaschinen unterscheidet der Vortragende drei Haupttheile: 1. den Antrieb, 2. den kraftmessenden Theil, 3. den die Formveränderung messenden Theil. Die beiden ersten Theile bilden in der Regel das eigentliche Wesen der Maschine, während der dritte Theil meist völlig für sich besteht. — Bei den selbstthätigen Maschinen pflegt der Antrieb durch Maschinenkraft (Riemantrieb oder Pumpwerk) zu erfolgen und in einzelnen Fällen durch die Maschine selbst so geregelt

zu werden, dass die Arbeit nach bestimmten Gesetzen geleistet wird. Der Antrieb besteht gewöhnlich aus einem durch Wasserdruck bewegten Kolben oder eine Schraube und besitzt die nöthigen Angriffswerkzeuge für die Aufnahme des Probekörpers. — Der kraftmessende Theil ist entweder als Hebelwage mit Gewichtsbelastung bezw. als Federwage construirt, oder die durch den Antrieb erzeugte Kraft wird in einen Flüssigkeitsdruck umgesetzt, welcher durch eine Manometervorrichtung gemessen wird; am Meisten ist die Hebelwage mit Belastung durch Aufsatz- oder Laufgewichte, oder durch beide gemeinsam vertreten. — Der die Formänderung messende Theil ist meistens als Hebelzeigerwerk ausgebildet, oder es sind optische Messmethoden zu Hilfe genommen. — Der Vortragende ging sodann dazu über, einzelne Constructionsformen zu besprechen. Bei dem Apparat von Emery werden zur Kraftmessung hydraulische Kissen verwendet, welche aus mehreren starken Dosen mit leicht beweglichen Deckeln bestehen; der durch den Probekörper in diesen Kissen erzeugte Flüssigkeitsdruck wird durch lange enge Rohrleitungen auf ähnliche kleinere Kissen übertragen, deren Deckel mit einem Wagebalken in Verbindung stehen, dessen Schneiden durch Blattfedergelenke ersetzt sind. Gegen den Emery'schen Apparat sind von Schwirkus (diese Zeitschr. 1884 S. 261) Bedenken erhoben worden. — Die Maschine von Pohlmeyer bewirkt den Antrieb durch einen Presscylinder, welcher durch einen Druckerzeuger gespeist wird; das andere Ende des Probestabes greift an ein dreifaches Hebelsystem an, dessen letzter Zug auf eine Neigungswage übertragen wird; der Ausschlag der letzteren giebt die ausgeübte Kraft an. — Mohr & Federhaff, deren Maschinen meistens und sehr vortheilhaft mit einem Schraubenantriebe arbeiten, wenden die gewöhnliche Wage mit einem Laufgewicht an. Das Laufgewicht wird von Hand durch eine besondere Vorrichtung und ohne wesentlich schädliche Beeinflussung des Gewichtsmomentes bewegt. Der Vortragende ist der Ansicht, dass die Thätigkeit des Beobachters von der Manipulation an der Wage ganz in Anspruch genommen wird, so dass ihm für die Verfolgung der Vorgänge am Probeobjecte selbst kaum Zeit bleiben dürfte. — Bei der Maschine von Fairbanks & Co. geschieht, um dieselbe selbstthätig zu machen, die Verschiebung des Laufgewichtes durch den Probestab selbst. Der Antrieb wird durch zwei von der Transmission aus mit mehreren Geschwindigkeiten bewegbare Schrauben bewirkt, welche an dem etwas complicirten Maschinengestell gelagert sind. Die Stützen für das Widerlager des Probestabes sind von einer nach Art der Centesimalwagen von mehreren Hebeln gestützten Plattform getragen. Das Hebelsystem ist ein vierfaches mit 10 Hebeln und nicht weniger als 31 Schneiden. — In dem neuen von der Kgl. mechanisch-technischen Versuchsstation benutzten Apparate hat der kraftmessende Theil nur einen Hebel mit einer Uebersetzung von 1:250. Es wird mit mechanisch bewegten Aufsatzgewichten gearbeitet, wobei 9 einzelne Gewichtsstücke, welche einer Belastung des Stabes von je 1000 kg entsprechen, und 5 einzelne Gewichte von je 10000 kg Belastungswirkung zu besonderen Sätzen über einander vereinigt sind. Die Belastung des Stabes kann nach und nach um je 1000 kg erhöht werden. Die Verlängerung des Probeobjectes wird durch besondere Spiegelapparate gemessen. — Zum Schlusse ladet der Herr Vortragende zu einer Besichtigung der Versuchsstation ein. Die Gesellschaft wird dieser Einladung nach den Sommerferien dankend nachkommen.

Sitzung vom 3. Mai 1887. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Regierungsrath Dr. Loewenherz hält, unter Vorführung von Experimenten, einen Vortrag über die Unfälle bei Petroleumlampen und die von der K. Normal-Aichungs-Commission auf diesem Gebiete gemachten Studien.

Betreffs der gelegentlich der diesjährigen Naturforscher-Versammlung in Wiesbaden vom 18. bis 23. September stattfindenden Ausstellung macht der Vorsitzende die Mittheilung dass eine officielle Betheiligung der Gesellschaft nicht geschehen könne. Herr P. Dörffel lässt durch Herrn Färber erklären, dass er die Ausstellung besuchen werde und gern erbötig sei, die Interessen der Berliner Aussteller wahrzunehmen.

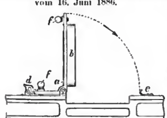
Herr P. Stückrath führt einige neue Werkzeuge vor, deren nähere Besprechung vorbehalten wird.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Wasserwage für Horizontal- und Verticalmessungen. Von G. Falter & Sohn in München. No. 37871 vom 16. Juni 1886.



Das mit Schrauben *f* zur Einstellung der Libelle *b* versehene Winkelstück *a* wird für Horizontalmessungen in die eine, für Verticalmessungen in die andere Grenzlage gebracht und in diesen Lagen durch die federnden Klinken *d* und *e* festgehalten.

Quetschverschluss für Schläuche. Von J. Riedel in Berlin. No. 37667 vom 18. März 1886.

Der mit zwei Fingern ausführbare Verschluss des zwischen Haken oder Ringen *a b* bezw. runden Ausschnitten lagernden Schlauches wird mittelbar durch Umknicken oder Biegen desselben erzielt, und die Feststellung beim Verschluss erfolgt selbstthätig und in verschiedenen Durchlassweiten. Die nach entgegengesetzter Richtung drehbaren Haken oder Ringe *a b* sind durch Zahngesperre *o s* in verschiedener Schlussweite stellbar. In einer Abänderung sind die um *c* drehbaren Haken durch Parallelschieber mit Gesperre ersetzt.

Apparat zur Bestimmung der Triebkraft des Herzens und zur graphischen Darstellung der Pulswelle des menschlichen Körpers. Von Th. Nehlmeyer in Hannover. No. 37847 vom 6. Februar 1886.

Die durch den Pulsschlag mittels der federnden Platte *a* bewegte Flüssigkeit (Quecksilber) überträgt diese durch den Kolben *d* auf die Stange *e*. Letztere wirkt vermöge ihrer Reibung an der Zeigerscheibe *f* auf den Zeiger *i*, so dass dieser auf dem Zifferblatt, welches ausserdem mit Secunden- und Minutenzeiger versehen ist, stossweise fortschreitet und die Stärke der Blutwelle aus der Grösse der Zeigerbewegung bezw. dem Unterschiede der Secunden- und Pulsbewegung ersichtlich macht.

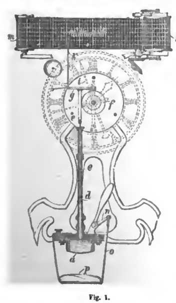


Fig. 1.

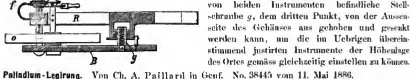
Um ein völlig zuverlässiges Bild von der Stärke der Blutwellen und deren Zahl in einer gewissen Zeit geben zu können, wird durch das Uhrwerk zugleich ein Papierstreifen *m* an dem Schreibstift der Stange *k* vorbeibewegt, welche mit der Kolbenstange *e* durch die Führungsstange *g* verbunden ist.

Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung *n o p* zum Andrücken der Pulsstelle des Armes gegen die federnde Platte *a* kann abgeändert werden. Nach Fig. 2 besteht diese Vorrichtung aus dem auf und ab beweglichen Träger *u*, der mittels der Stange *r* und des Hebels *q* verstellt wird, wobei das Sperrsegment *w* die feste Lage des Armes sichert.

Fig. 2.

Neuerung an Doppelbarometern. Von G. F. O. Gunther in Hamburg. No. 37706 vom 25. April 1886.

Die beiden Federn *f* für die Gehäuse *o* der zwei Barometer sind an einem gemeinschaftlichen Rahmen *R* angebracht, der an drei Punkten mit der Grundplatte *B* in Verbindung steht, und welcher durch die in gleichem Abstande von beiden Instrumenten befindliche Stellschraube *g*, dem dritten Punkt, von der Aussenseite des Gehäuses aus gehoben und gesenkt werden kann, um die im Uebrigen übereinstimmend justirten Instrumente der Höhenlage des Ortes gemäss gleichzeitig einstellen zu können.



Palladium-Legirung. Von Ch. A. Paillard in Genf. No. 38445 vom 11. Mai 1886.

Eine nicht magnetische und nicht oxydationsfähige Legirung, die hauptsächlich zur Fabrication von Uhrentheilen Verwendung finden soll, wird aus Palladium, Kupfer und Stahl oder Palladium, Kupfer und Nickel hergestellt. Zumischung kleiner Mengen von Rhodium, Gold, Silber und Platin soll die erforderlichen Eigenschaften erhöhen. (P. B. 1887. No. 10.)

Bohrverfahren für conische Löcher zur Befestigung von Stiften und Stiftschrauben durch Aufspreizen. Von J. P. Schmidt in Berlin. No. 38340 vom 13. Februar 1886.

Nach diesem Verfahren werden nach innen zu erweiterte Löcher, welche zur Befestigung von Stiften und Stiftschrauben mittels Auseinanderspreizens durch eingesteckte conische Stifte dienen sollen, angefertigt. Diese Löcher werden mittels eines gewöhnlichen Bohrers hergestellt, der eine gegen seine Axe excentrische Spitze besitzt. Dieselbe legt sich gegen die Fläche des Grundkegels des cylindrisch vorgebohrten Loches an, drängt in Folge ihrer excentrischen Lage die einzige Schneidkante des Bohrers gegen die Wand des cylindrisch vorgebohrten Loches und schneidet in Folge dessen bei der Drehung einen der Steigung der Schneidkante entsprechenden Kegel heraus. (Vergl. auch die Werkstattnotiz auf S. 76 des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift.) (1887. No. 12.)

Für die Werkstatt.

Gravirmaschine für Rohre und andere gekrümmte Flächen. (Original-Mittheilung).

Die hiesige Firma Lisser und Benecke stellt zu mässigem Preise eine recht compendiöse und leistungsfähige Vorrichtung her, welche Copien von einer ebenen Schablone nicht nur wieder auf ebene, sondern auch auf gekrümmte Oberflächen, wie sie Rohre, Säulen und ähnliche Instrumententheile darbieten, auch breitere Carniesse, Medaillons u. s. w. zu übertragen gestattet und daher für manche Zwecke des Mechanikers von Werth erscheint. Die Maschine setzt sich zusammen aus einem auf einem Fussbrett stehenden festen säulenartigen Ständer, welcher an seinem Kopfende die Einspannvorrichtung für den zu gravirenden Körper trägt, und aus einer eigenthümlichen Storchschnabelvorrichtung. Letztere besteht aus einer starken cylindrischen Stange, die in einer an dem Ständer befestigten cardanischen Aufhängung vertical herabhängt. Ihr unteres Ende bildet den Führungsstift, welcher auf der am Fusse des Ständers auf dem Grundbrett ruhenden Metallschablone geführt wird; oben trägt sie verstellbar ein zweites cardanisches Ringsystem, von dem ein horizontaler Arm ausgeht, an dessen freiem Ende der auf dem Werkstück arbeitende Stichel eingespannt wird. Die freie Beweglichkeit dieses Armes gestattet nun den Krümmungen der Fläche des Arbeitsstückes zu folgen, wobei in Folge der Verkleinerung, welche sich durch leicht zu bewirkende Veränderung in der Entfernung der beiden cardanischen Ringsysteme in für die Praxis ganz genügenden Grenzen variiren lässt, eine merkliche Verzerrung nicht eintritt. — Die Firma, deren Güte wir diese Mittheilung verdanken, rühmt noch besonders die schnelle und saubere Arbeit der Maschine. *Ln.*

Säurefeste Bronce. Neueste Erfindungen und Erfahrungen. 1887. S. 233 aus „Metallarbeiter“.

Nach dem „Metallarbeiter“ ist eine in Oesterreich patentirte Broncelegirung aus 15 Th. Kupfer, 2,34 Th. Zinn, 1,82 Th. Blei und 1 Th. Antimon sehr widerstandsfähig gegen Säuren und Alkalien und an Stelle von Hartgummi und Porzellan zu chemischen Geräthschaften, Pumpen u. s. w. zu verwenden. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Lange jetzt Otto Lange in Berlin NW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VII. Jahrgang. **Juni 1887.** Sechstes Heft.

Ueber die elastische Nachwirkung beim Federbarometer.

Von

C. Reinhertz in Poppelsdorf bei Bonn.

(Schluss.)

IV. Vergleichung der Beobachtungsresultate mit der Theorie.

6. Darstellung der beobachteten Nachwirkungsreihen nach den Formeln von Kohlrausch.

Kohlrausch[1]) hat ausgehend von der durch Weber[2]) gegebenen Erklärung, welche die elastische Nachwirkung als eine Drehung der Molecule um Elasticitätaxen auffasst, nach Einführung eines Molecularwiderstandes W die Formeln aufgestellt:

I. $-\frac{dx}{dt} = \alpha \frac{x}{t^n}$ mit dem Integral: $x = Ce^{-\frac{\alpha}{1-n} t^{1-n}} = Ce^{-at^m}$

und mit der Annahme $n = 1$:

II. $-\frac{dx}{dt} = \alpha \frac{x}{t}$ mit dem Integral: $x = \frac{c}{t^\alpha}$.

Darin ist x der zur Zeit t vorhandene Abstand von der Ruhelage; C, a und m bezw. c und α sind die der Grösse der Nachwirkung und der Geschwindigkeit ihres Verlaufes entsprechenden und für den einzelnen Fall zu bestimmenden Constanten.

Durch diese Formeln liessen sich alle beobachteten Dehnungs-, Torsions- und Biegungsnachwirkungen mit genügendem Anschluss darstellen.

Es fragt sich nun, ob auch die hier vorliegenden Nachwirkungen des elastischen Federsystems im Aneroid, welche durch allmälig mit verschiedenen Geschwindigkeiten fortschreitende Druckänderungen hervorgerufen, und bei constant gehaltenem Druck durch Vergleichungen mit einem Quecksilberbarometer beobachtet sind, sich durch die angegebenen Formeln zum Ausdruck bringen lassen.

Die Nachwirkungen, welche zur Aufstellung derselben führten, waren durch plötzlich vorgenommene Deformationen hervorgerufen worden; um nun die vorliegenden Beobachtungen von der Verschiedenheit der Erzeugung der Nachwirkung unabhängig zu machen und in einfacher Weise eine Vergleichung ihrer Grössen zu ermöglichen, muss an Stelle der während einer bestimmten Zeit stetig einwirkenden Kraft, eine ihr der Wirkung nach gleiche, momentan auftretende substituirt werden, derart, dass die Nachwirkungen als durch im Zeitmoment $t = 0$ vorgenommene Deformationen entstanden aufzufassen sind.

[1]) Pogg. Ann. 119. S. 349 und 128 S. 9. — [2]) Pogg. Ann. 54.

Die Anwendung der Formeln wurde auf die für die Instrumente *N. 3.* und *B. 8.* (nach den Ausführungen am Schlusse des vorigen Abschnittes) zu Mitteln zusammengefassten Beobachtungen für x_n beschränkt, da dieselben wegen der grösseren Anzahl der in ihnen vereinigten Reihen eine zuverlässigere Darstellung des Verlaufes boten, und wegen der relativen Grösse der Nachwirkungswerthe eine sichrere Vergleichung zuliessen, als dies für die einzelnen direct beobachteten Reihen möglich war.

Für die Ausführung der Rechnung wurde in erster Linie die einfache Formel II: $x = c/t^{\alpha}$ gewählt. Kohlrausch[1]) hat gezeigt, dass sich mit derselben aus den Beobachtungen für spätere Zeiten mit genügender Sicherheit auf die ersten Zeiten zurückrechnen lässt und dass der Einwand, dass zur Zeit $t = 0$ der Abstand $x = \infty$ ist, praktisch hinfällig ist. Der bei einem Theil der Beobachtungsreihen angestellte Versuch ergab jedoch, dass die mit den nach der Methode der kleinsten Quadrate ermittelten Constanten c und α berechneten Werthe x_n nur bei den Nachwirkungen mit grösseren Anfangsgeschwindigkeiten einen genügenden Anschluss an die Beobachtungen zeigten, bei kleineren in den ersten 50 Minuten dieselben überschritten und sich erst später anschlossen. Der weitere Versuch, durch Hinzufügung einer Constanten zur Zeit einen besseren Anschluss zu erreichen, wurde als nicht zweckentsprechend aufgegeben, da wegen der Beziehung dieser Zeitconstanten zu dem Geschwindigkeitsexponenten α eine directe Vergleichung der Nachwirkungen sich nicht so einfach gestaltete als bei Innehaltung der Zeit $t = 0$ für den Moment der Druckeinstellung. Aus diesen Gründen wurde der unter I angegebenen Formel $x = Ce^{-at^m}$ der Vorzug gegeben. Bei Ableitung der Näherungswerthe für die Constanten C, a und m fand sich, dass für die ersten 100 Minuten die Constante m bei allen 16 Gruppen um den Werth $m = 0{,}5$ schwankte[2]); daher wurde von der geringen Abnahme des Werthes m mit dem Zeitverlauf abgesehen und der Formel die Gestalt gegeben:

$$x = \frac{C}{e^{a\sqrt{t}}}.$$

Die damit nach Berechnung der Constanten C und a nach der Methode der kleinsten Quadrate abgeleiteten Werthe für x_n zeigten, besonders für die ersten Zeiten, eine weit bessere Uebereinstimmung mit der Beobachtung als die nach der Formel II ermittelten. Die folgenden Tabellen XVII bis XX geben je für ein Tempo mit den vier Druckunterschieden in Spalte 1 unter t_n, die nach Schluss der Druckeinstellung verlaufene Zeit, in Spalte 2 unter λ_n, die in der am Schluss von Abschnitt 5 angegebenen Weise abgeleiteten mittleren Abstände von der Ruhelage, in Spalte 3 die mit den unter jeder Tabelle (nebst ihren mittleren Fehlern) angeführten Constanten C und a berechneten Abstände x_n, und endlich in Spalte 4 die übrigbleibenden Fehler v_n. Dieselben zeigen, dass die Uebereinstimmung eine sehr gute ist.

Der Umstand, dass in einzelnen Fällen der Anschluss für die späteren Zeiten etwas weniger sicher ist, kann ebensowohl in wirklichen Abweichungen als auch darin begründet sein, dass die Constante m nur innerhalb der ersten 100 Minuten zu 0,5 gefunden wurde, und für die späteren Zeiten sich ein kleinerer Werth ergeben haben würde. Es sei noch erwähnt, dass für die Instrumente *G. 5.* und *R. 9.* aus einigen Reihen näherungsweise die Constanten abgeleitet wurden; der Anschluss

[1]) Pogg. Ann. 158 S. 365. — [2]) Kohlrausch fand für Glasfäden $m = 0{,}25$. Pogg. Ann. 119, S. 354.

Tabelle XVII. Tempo: 2,0 mm.

$\Delta F = 100$ mm.				$\Delta F = 70$ mm.				$\Delta F = 40$ mm.				$\Delta F = 20$ mm.			
t_n	λ_n	x_n	v_n	t_n	λ_n	x_n	v_n	t_n	λ_n	x_n	v_n	t_n	λ_n	x_n	v_n
0	1,75			0	1,30			0	0,80			0	0,45		
2	1,65	1,61	— 0,04	2	1,22	1,17	— 0,05	5	70	0,65	— 0,05	5	37	0,34	— 0,03
5	1,50	1,51	+ 1	5	1,13	1,09	— 4	10	60	60	0	10	29	32	+ 3
10	1,42	1,40	— 2	10	1,05	1,03	— 2	15	52	57	+ 5	15	29	30	+ 1
15	1,30	1,32	+ 2	15	0,93	0,96	+ 3	30	45	50	+ 5	20	28	29	+ 1
20	1,23	1,26	+ 3	20	0,88	0,92	+ 4	40	43	17	+ 4	25	28	27	— 1
25	1,17	1,20	+ 3	30	0,83	0,85	+ 4	50	47	41	— 3	30	26	26	0
30	1,15	1,15	0	40	0,75	0,79	+ 4	60	43	42	— 1	40	25	25	0
40	1,07	1,08	+ 1	50	0,73	0,75	+ 2	70	40	40	0	50	23	23	0
50	0,97	1,01	+ 4	60	0,73	0,71	— 2	80	40	38	— 2	60	21	22	+ 1
60	0,94	0,96	+ 2	70	0,68	0,67	— 1	90	43	36	— 7	80	19	20	+ 1
70	0,90	0,91	+ 1	80	0,60	0,65	+ 5	100	39	35	— 4	90	19	19	0
80	0,88	0,87	— 1	90	0,61	0,62	+ 1	120	35	32	— 3	120	17	17	0
100	0,85	0,80	— 5	100	0,65	0,60	— 5	140	28	30	+ 2	140	16	16	0
120	0,74	0,74	0	120	0,58	0,55	— 3	160	25	28	+ 3	180	15	14	— 1
140	0,69	0,69	0	140	0,55	0,52	— 3								
160	0,65	0,64	— 1	160	0,19	0,48	— 1								
180	0,60	0,60	0	180	0,45	0,46	+ 1								
$C = 1,81 \pm 0,021$				$C = 1,30 \pm 0,033$				$C = 0,78 \pm 0,046$				$C = 0,41 \pm 0,016$			
$a = 0,082 \pm 0,0019$				$a = 0,078 \pm 0,0036$				$a = 0,081 \pm 0,0078$				$a = 0,080 \pm 0,0058$			

Tabelle XVIII. Tempo: 1,0 mm.

$\Delta F = 100$ mm.				$\Delta F = 70$ mm.				$\Delta F = 40$ mm.				$\Delta F = 20$ mm.			
t_n	λ_n	x_n	v_n	t_n	λ_n	xn	v_n	t_n	λ_n	x_n	v_n	t_n	λ_n	x_n	v_n
0	1,50			0	1,20			0	0,70			0	0,40		
2	1,45	1,45	0,00	5	1,06	1,06	0,00	5	57	0,58	+ 0,01	5	35	0,35	0,00
5	1,34	1,37	+ 3	10	1,01	1,01	0	10	55	54	— 1	10	32	32	0
7	1,34	1,33	— 1	15	0,96	0,97	+ 1	15	51	50	— 1	15	30	30	0
10	1,31	1,29	— 2	20	0,93	0,94	+ 1	20	46	47	+ 1	20	28	29	+ 1
15	1,26	1,23	— 3	30	0,91	0,89	— 2	30	42	43	+ 1	30	28	26	— 2
20	1,20	1,18	— 2	40	0,85	0,85	0	40	42	40	— 2	40	25	21	— 1
25	1,12	1,14	+ 2	50	0,82	0,81	— 1	50	36	37	+ 1	50	22	23	+ 1
30	1,08	1,10	+ 2	60	0,80	0,78	— 2	70	37	33	— 4	60	21	21	0
35	1,03	1,07	+ 4	70	0,74	0,76	+ 2	80	34	31	— 3	70	20	20	0
40	1,02	1,04	+ 2	80	0,71	0,73	+ 2	90	35	30	— 5	90	20	18	— 2
50	1,00	0,99	— 1	90	0,72	0,71	— 1	100	31	28	— 3	100	18	18	0
60	0,94	0,95	+ 1	100	0,73	0,69	— 4	120	25	26	+ 1	120	15	16	+ 1
70	0,91	0,91	0	120	0,65	0,66	+ 1	150	20	23	+ 3	140	15	15	0
80	0,85	0,87	+ 2	140	0,66	0,62	— 4	180	17	20	+ 3	160	12	14	+ 2
90	0,83	0,84	+ 1	160	0,62	0,58	— 4	200	14	19	+ 5				
100	0,82	0,81	— 1												
120	0,76	0,76	0												
150	0,71	0,70	— 1												
160	0,70	0,68	— 2												
180	0,64	0,65	+ 1												
$C = 1,59 \pm 0,013$				$C = 1,20 \pm 0,033$				$C = 0,72 \pm 0,046$				$C = 0,42 \pm 0,013$			
$a = 0,067 \pm 0,0011$				$a = 0,055 \pm 0,0026$				$a = 0,094 \pm 0,0101$				$a = 0,087 \pm 0,0052$			

Tabelle XIX. Tempo: **0,5 mm.**

$\Delta F = 100$ mm.

t_n	λ_n	x_n	v_n
0	1,25		
2	1,17	1,16	− 0,01
5	1,11	1,10	− 1
7	1,08	1,08	0
10	1,04	1,05	+ 1
15	1,02	1,00	− 2
20	0,97	0,97	0
25	0,94	0,94	0
30	0,91	0,91	0
35	0,89	0,89	0
40	0,86	0,87	+ 1
50	0,82	0,83	+ 1
60	0,79	0,80	+ 1
70	0,77	0,77	− 0
80	0,73	0,74	+ 1
90	0,70	0,72	+ 2
100	0,70	0,70	0
120	0,65	0,66	+ 1
140	0,55	0,63	+ 8
160	0,55	0,60	+ 5
180	0,55	0,57	+ 2

$C = 1,26 \pm 0,019$
$a = 0,059 \pm 0,0024$

$\Delta F = 70$ mm.

t_n	λ_n	x_n	v_n
0	0,95		
5	88	0,90	+ 0,02
10	84	85	+ 1
20	81	78	− 3
30	74	72	− 2
40	67	68	+ 1
50	65	65	0
60	61	62	+ 1
70	58	60	+ 2
80	55	57	+ 2
90	47	55	+ 8
100	47	53	+ 6
120	48	50	+ 2
140	50	47	− 3
160	46	45	− 1
180	38	42	+ 4

$C = 1,05 \pm 0,039$
$a = 0,068 \pm 0,0052$

$\Delta F = 40$ mm.

t_n	λ_n	x_n	v_n
0	0,55		
5	50	0,53	+ 0,03
10	47	48	+ 1
15	47	45	− 2
20	44	43	− 1
30	41	39	− 2
40	36	36	0
50	33	33	0
60	29	31	+ 2
80	28	28	0
90	26	27	+ 1
100	25	25	0
120	24	23	− 1

$C = 0,65 \pm 0,019$
$a = 0,094 \pm 0,0055$

$\Delta F = 20$ mm.

t_n	λ_n	x_n	v_n
0	0,35		
5	32	0,30	− 0,02
10	29	28	− 1
20	24	25	+ 1
30	22	23	+ 1
40	18	22	+ 4
50	19	21	+ 2
60	21	20	− 1
70	22	19	− 3
80	21	18	− 3
100	15	17	+ 2
120	20	16	− 4
140	12	15	+ 3
180	12	13	+ 1

$C = 0,35 \pm 0,033$
$a = 0,074 \pm 0,0131$

Tabelle XX. Tempo: **0,2 mm.**

$\Delta F = 100$ mm.

t_n	λ_n	x_n	v_n
0	0,90		
5	81	0,84	+ 0,03
10	79	80	+ 1
20	73	74	+ 1
30	70	70	0
40	68	67	− 1
50	66	64	− 2
60	62	61	− 1
70	55	58	+ 3
80	55	57	+ 2
90	54	56	+ 2
100	54	54	+ 0
120	52	51	− 1
140	46	49	+ 3
160	45	47	+ 2
180	39	45	+ 6

$C = 0,95 \pm 0,023$
$a = 0,056 \pm 0,0024$

$\Delta F = 70$ mm.

t_n	λ_n	x_n	v_n
0	0,75		
10	69	0,69	0,00
15	66	67	+ 1
20	64	64	0
30	60	62	+ 2
40	61	59	− 2
50	60	57	− 3
60	57	55	− 2
80	55	52	− 3
90	51	50	− 1
100	44	49	+ 5
120	45	47	+ 2
140	46	45	− 1
160	43	43	0

$C = 0,81 \pm 0,026$
$a = 0,050 \pm 0,0028$

$\Delta F = 40$ mm.

t_n	λ_n	x_n	v_n
0	0,45		
5	41	0,43	+ 0,02
10	39	40	+ 1
15	40	39	− 1
20	33	37	+ 4
30	34	35	+ 1
40	32	33	+ 1
50	30	31	+ 1
60	30	30	0
70	32	28	− 4
80	30	27	− 3
90	27	26	− 1
100	29	25	− 4
120	22	24	+ 2
140	16	22	+ 6
160	15	21	+ 6
180	14	20	+ 6

$C = 0,50 \pm 0,039$
$a = 0,068 \pm 0,0119$

$\Delta F = 20$ mm.

t_n	λ_n	x_n	v_n
0	0,25		
10	24	0,22	− 0,02
15	21	20	− 1
20	19	19	0
30	19	18	− 1
40	14	16	+ 2
50	10	15	+ 5
60	10	14	+ 4
70	10	14	+ 4
80	12	13	+ 1
100	12	12	0
120	13	11	− 2
140	12	10	− 2
160	14	09	− 5

$C = 0,29 \pm 0,044$
$a = 0,091 \pm 0,022$

zeigte sich auch hier genügend. Von einer Weiterführung der Rechnung wurde Abstand genommen, da die auf graphischem Wege ermittelten Werthe das sogleich zu besprechende Abhängigkeitsverhältniss genügend sicher zu erkennen gaben.

7. Die Abhängigkeit der beobachteten Nachwirkungsgrössen, sowie der Constanten C und a vom Druckintervall und Tempo.

Zur Darlegung der Abhängigkeit der in Folge der Nachwirkung in bestimmten Zeiten durchlaufenen Wege, möge zunächst auf die in den Tabellen III bis XVI

Tabelle XXI.

Tempo.	Δ F.	B. 8. X_0	B. 8. y_0^{100}	G. 5. X_0	G. 5. y_0^{100}	R. 9. X_0	R. 9. y_0^{100}
0,2	100	0,95	0,45	0,15	0,12	0,70	0,26
0,5	„	1,15	0,55	0,25	0,20	1,00	0,40
1,0	„	1,50	0,72	0,35	0,25	1,20	0,60
2,0	„	1,80	1,00	0,40	0,26	1,30	0,79
„	70	1,40	0,68	0,35	0,26	0,90	0,53
„	40	0,70	0,45	0,16	0,14	0,40	0,29
„	20	0,45	0,25	0,10	0,09	0,20	0,18

mitgetheilten directen Beobachtungen zurückgegangen werden. In der vorstehenden Tabelle XXI sind nach den Tabellen III bis XVI und den Curven in Figur 3 und 4 für die Instrumente *B. 8.*, *G. 5.* und *R. 9.* die dort angegebenen, aus den einzelnen Beobachtungsreihen abgeleiteten Abstände X_0 von der Ruhelage, sowie die in den

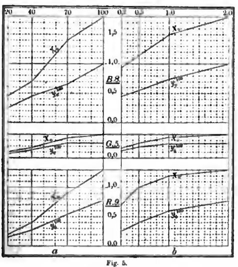


Fig. 5.

Zeiten von 0 bis 100 Minuten in Folge der Nachwirkung durchlaufenen (graphisch ermittelten), Wege y_0^{100} zusammengestellt.

Sodann sind, um diese Beziehungen graphisch zum Ausdruck zu bringen, die in der Tabelle enthaltenen Werthe für X_0 und y_0^{100} in der Figur 5a als Ordinaten zu den Druckintervallen und in Figur 5b zu dem Tempo als Abscissen aufgetragen. Es zeigt sich, dass die Grösse der Nachwirkung mit dem Druckintervall wächst, und dass sich näherungsweise die Abhängigkeit durch eine lineare Function darstellen lässt; es giebt sich allerdings eine geringe Verzögerung des Zunehmens

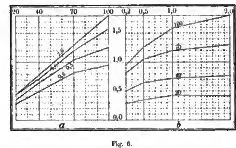
mit wachsendem Druckintervall (wie auch bei den später mitzutheilenden vollständigen Gruppen) besonders bei *G. 5.* zu erkennen.

Die Darstellung der Figur 5b zeigt dagegen für die Abhängigkeit der Nachwirkung vom Tempo (bei dem Druckintervall 100 mm) ausgeprägt ein mit wachsendem Tempo verzögertes Zunehmen.

Die Tabelle XXII enthält eine Zusammenstellung der in den Tabellen XVII bis XX enthaltenen Constanten *C* und *a*, sowie der Uebersicht halber in der untersten Abtheilung die Mittel aus allen bei den einzelnen Reihen beobachteten Temperaturen. In gleicher Weise wie für die directen Beobachtungen sind die Beziehungen der Constanten *C* zu Druckintervall und Tempo in den Figuren 6a bezw. 6b dargestellt. Aus denselben geht hervor, dass die Constante *C* mit dem Druckunterschied wächst und zwar mit einer gewissen Verzögerung und ferner, dass die Grösse dieser Verzögerung mit wachsendem Tempo abnimmt, so dass innerhalb der Grenzen 20 mm bis 100 mm für das Tempo 2,0 mm die Function geradlinig erscheint. Wenn nun

Tabelle XXII.

Tempo.	Druckintervall in mm.			
	20	40	70	100
	Die Constanten: *C*			
0,2	0,29	0,50	0,81	0,95
0,5	0,35	0,65	1,05	1,26
1,0	0,42	0,72	1,20	1,59
2,0	0,41	0,78	1,30	1,81
	Die Constanten: *a*			
0,2	0,091	0,068	0,050	0,056
0,5	0,074	0,094	0,068	0,059
1,0	0,087	0,094	0,055	0,067
2,0	0,080	0,081	0,078	0,082
	Mittlere Temperaturen.			
0,2	25	24	21	22
0,5	21	22	22	21
1,0	18	19	20	17
2,0	16	21	20	17



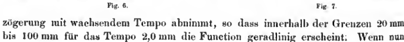


Fig. 6. Fig. 7.

auch, wie aus Abschnitt 9 hervorgehen wird, durch die Annahme, dass die eintretenden Ruhelagen proportional den Luftdrucken sind, eine Verzögerung des Zunehmens mit wachsendem Intervall bedingt wird, so kann doch; wenn es sich allein um einen Ausdruck für die Abhängigkeit vom Intervall innerhalb desselben Tempos handelt, näherungsweise die Nachwirkung direct proportional dem Druckunterschied gesetzt werden, zumal die beobachteten Unterschiede nur 80 mm (zwischen 20 und 100 mm) umfassen. Figur 6b giebt wie bei den directen Beobachtungen der Figur 5b für die Abhängigkeit der Constanten C vom Tempo (bei demselben Intervall) eine dem mit wachsendem Tempo verzögertem Zunehmen entsprechende Curve.

Dementsprechend wäre allgemein die Beziehung der Constanten C zum Druckunterschied und Tempo durch die Gleichung einer Fläche zweiten Grades zum Ausdruck zu bringen. Da jedoch die der Rechnung zu Grunde liegenden Reihen aus Beobachtungen für nur zwei Instrumente abgeleitet sind, ferner, wie aus den Tabellen XVII bis XX hervorgeht, sich die Constanten C durchschnittlich mit einem mittleren Fehler von 0,03 mm bestimmt haben, und endlich in Folge der unvermeidlichen Druckschwankungen und Temperatureinflüsse fehlerhaft bestimmte Ruhelagen direct auf die Constanten C einwirken (abgesehen von andern den Verlauf der Nachwirkung beeinträchtigenden Ursachen) so ist vor der Hand von der Aufstellung jener Gleichung Abstand genommen, und das Abhängigkeits-Verhältniss in der obigen Isoplethen-Tafel (Fig. 7) mit den beiden Argumenten „Tempo“ als Abscisse und „Druckunterschied“ als Ordinate graphisch dargestellt.

Die in der Tabelle XXII zusammengestellten Werthe für die Constanten a, welche die Geschwindigkeit der Annäherung an die zu erreichende Ruhelage zum Ausdruck bringen, zeigen nur wenig Regelmässigkeit. Eine Zusammenfassung der einzelnen Werthe zu Mitteln nach Tempo und Druckunterschied lässt jedoch ein Zunehmen von a mit wachsendem Tempo und ein Abnehmen mit wachsendem Druckunterschied erkennen. Dementsprechend ist unter Zugrundelegung einer linearen Beziehung für beide Argumente der Ausdruck abgeleitet worden:

$$a_n = 0{,}0551 + 0{,}0067\ T + 0{,}000301\ (100 - \Delta F),$$

worin T das Tempo und ΔF den Druckunterschied bedeutet.

Die danach berechneten Werthe für a sind in der folgenden Tabelle XXIII zusammengestellt.

Tabelle XXIII.

Tempo.	20	40	70	100 mm.
0,2	0,0804	0,0744	0,0654	0,0564
0,5	0,0825	0,0765	0,0675	0,0585
1,0	0,0858	0,0798	0,0708	0,0617
2,0	0,0925	0,0865	0,0775	0,0685

Aus derselben geht hervor, dass Nachwirkungen, die durch Druckänderungen mit langsamem Tempo hervorgerufen sind, langsamer verschwinden als solche mit schnellerem Tempo, und dass ferner bei grösseren Druckunterschieden die Nachwirkungsbewegung langsamer verläuft als bei kleineren.

8. **Der Verlauf der Nachwirkung während einer Druckänderung.**

Es ist eine bekannte Thatsache, dass in Folge der elastischen Nachwirkung die Bestimmung der Theilungs-Verbesserung grössere Werthe für positive Coefficienten ergiebt bei langsamerem Durchlaufen der Scale als bei schnellerem, und umgekehrt in entsprechendem Sinne für negative Coefficienten kleinere Werthe. In Fig. 8 sind beispielsweise die bei einmaligem Durchlaufen der Scale mit den verschiedenen Geschwindigkeiten erhaltenen Differenzen: Normalbarometer (auf 0° C. red.) — Federbarometer (auf 0° C. red.) für die beiden Instrumente *N. 3.* und *B. 8.* derart dargestellt, dass die den einzelnen Reihen entsprechenden Linienzüge an denselben Anfangspunkt *A* angetragen sind; an denselben ist der Einfluss der elastischen Nachwirkung deutlich zu erkennen. An die Endpunkte *E* der Curven sind die entsprechenden Werthe der Constanten *C* nach Tabelle XXII. angetragen und ergeben damit die Ruhelage *R*, welche in den einzelnen Fällen erreicht werden muss, mit ziemlicher Uebereinstimmung.

Nach dem für die Biegungselasticität giltigen Gesetz: „Die Grösse der Biegung ist den biegenden Kräften proportional" müssten abgesehen von Temperatureinflüssen (also bei constanter Temperatur) und in der Ablesungsvorrichtung begründet liegenden Einwirkungen die Theilungs-Verbesserungen linear sein, wenn nicht die elastische Nachwirkung sie beeinflusste.

Abweichungen von dieser ideellen Geraden durch die Ablesungsvorrichtung entstehen bei den Zeiger-Instrumenten hauptsächlich durch Unregelmässigkeiten der

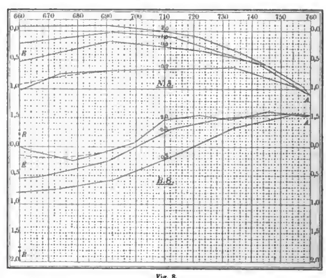


Fig. 8.

Kettenglieder, bei den Goldschmid'schen Instrumenten durch periodische und fortschreitende Schraubenfehler; bei den Instrumenten des Systems Reitz können dieselben nur durch Schwankungen des Mikroskopes während einer Beobachtungsreihe hervorgerufen werden. So z. B. wird die Ausbiegung der Theilungslinie bei 680 mm beim Instrument *B. 8.* in einer Unregelmässigkeit der Kettenglieder ihren Grund haben.

Die während einer stetig vor sich gehenden Formänderung auftretenden Nachwirkungen sind bei den experimentellen Untersuchungen über dieselbe an keiner mir bekannt gewordenen Stelle behandelt, sondern alle Beobachtungen beziehen sich auf durch plötzliche bezw. sehr schnell ausgeführte Deformationen erzeugte Nachwirkungserscheinungen. Jene ersteren sind aber für das Aneroid die wichtigsten. Während bei allen durch momentane Krafteinwirkungen hervorgerufenen Nachwirkungen die zu erreichende Ruhelage eine constante ist, und die Geschwindigkeit der Annäherung an dieselbe mit der Zeit stetig abnimmt, so ist bei einer stetig wachsenden Krafteinwirkung die jedem Moment der Wirkung entsprechende und zu erreichende Ruhelage eine Function der Zeit und der Grösse der Kraft, und die Geschwindigkeit der Annäherung an diesen fortschreitenden **Gleichgewichtszustand** muss mit der Zeit zunehmen. In dem Moment, in dem eine solche stetige Krafteinwirkung aufhört, ändert sich demnach der Sinn der Geschwindigkeit der Nachwirkungsbewegung, die während der Krafteinwirkung stetig wachsende wird zu einer stetig abnehmenden.

Der Weg, den das freie Ende eines einer stetig fortschreitenden Formänderung unterworfenen elastischen Körpers in der ersten Zeiteinheit nach seiner Entfernung aus der Ruhelage ausführt, setzt sich zusammen:

1. aus dem Weg w, den dasselbe durch die in diesem Zeitmoment wirkende äussere Kraft durchläuft und
2. dem Weg n, den es in Folge der während dieses Zeitmomentes auftretenden elastischen Nachwirkung zurücklegt.

In der zweiten Zeiteinheit wird wieder derselbe Weg $w + n$ durchlaufen und dazu noch der Weg, welcher der durch die Deformation des ersten Zeitmomentes hervorgerufenen Nachwirkung entspricht. Demnach werden vom Moment des Beginnes der Formänderung an gerechnet die pro Zeiteinheit durchlaufenen Wege stetig zunehmen, und der ganze Weg eine an die Richtung des ersten Zeitmomentes als Tangente beschriebene convexe Curve bilden.

Wenn nun, unter der Annahme, dass die elastische Formveränderung in eine momentane und eine durch Nachwirkung entstehende zu trennen ist, das Verhältniss bekannt wäre, in welchem der in jeder Zeiteinheit allein in Folge der Druckänderung durchlaufene Weg zu dieser Aenderung steht, so würde „unter der Annahme linearer Uebertragung durch die Ablesevorrichtung“ aus den Vergleichungen der Aneroide mit dem Normalbarometer der in Folge der elastischen Nachwirkung während der Bewegung zurückgelegte Weg ermittelt und durch eine entsprechende Function dargestellt werden können. Das Verhältniss dieser momentan eintretenden Biegung zur Druckdifferenz ist nun aber nicht bekannt, dagegen lässt sich für die Geschwindigkeit, mit welcher die Nachwirkungsbewegung während einer bestimmten Reihe von Zeitmomenten auftritt, ein Ausdruck gewinnen, dessen Integral den Verlauf der Nachwirkung darstellen muss.

Wenn es nämlich erlaubt ist, die Geschwindigkeit, welche die Nachwirkung in der ersten Zeiteinheit nach Einstellung der Druckperiode hat, gleich der zu setzen, welche sie in der letzten Zeiteinheit vor der Einstellung hatte, so lässt sich die Beschleunigung der Nachwirkungsbewegung bei den vorliegenden Beobachtungen für dasselbe Tempo an vier Stellen bestimmen, nämlich nach Durchlaufen eines Intervalles von 20, 40, 70 und 100 mm. Die in diesen Zeiteinheiten vorhandenen Geschwindigkeiten der Nachwirkungsbewegung finden sich aus der im Abschnitt 6 unter I. angegebenen Differentialgleichung durch Einsetzen der entsprechenden

Constanten in dieselbe. Mit Einführung der in der Tabelle XXII angegebenen Werthe für C und der in Tabelle XXIII zusammengestellten, in der dort angegebenen Weise ausgeglichenen Werthe für a, ergeben sich unter Zugrundelegung einer Function von der Form $v = x + yt + zt^2$, wo t die Zeit der Dauer der Druckänderung bis zum Moment ihrer Einstellung bedeutet, für die Geschwindigkeiten der Nachwirkungsbewegung bei den verschiedenen Tempi die folgenden Ausdrücke:

$$\text{Tempo } 2{,}0\text{:} \quad \frac{dx}{dt} = v = 0{,}00169 + 0{,}001712\ t - 0{,}00001208\ t^2$$
$$\text{„} \quad 1{,}0\text{:} \quad \text{„} \quad \text{„} = 0{,}00550 + 0{,}000604\ t - 0{,}00000198\ t^2$$
$$\text{„} \quad 0{,}5\text{:} \quad \text{„} \quad \text{„} = 0{,}00182 + 0{,}0003206\ t - 0{,}000000776\ t^2$$
$$\text{„} \quad 0{,}2\text{:} \quad \text{„} \quad \text{„} = 0{,}00172 + 0{,}0000992\ t - 0{,}000000104\ t^2$$

Damit ergeben sich die am Schluss des Intervalles 100 mm in Folge der elastischen Nachwirkung durchlaufenen Wege zu:

Tempo 2,0: $x = 1{,}720$ mm
„ 1,0: $x = 2{,}910$ mm
„ 0,5: $x = 4{,}712$ mm
„ 0,2: $x = 7{,}165$ mm.

Trüge man diese Werthe in der Figur 8 von den Endpunkten E der den verschiedenen Tempi entsprechenden Curven graphisch nach oben an, so fände sich für jedes Tempo ein anderer Punkt, dessen Abstand von der bei allen Tempi gleichmässig erhaltenen Ruhelage R den Weg darstellen würde, der in Folge der elastischen Nachwirkung in den einzelnen Fällen überhaupt zu durchlaufen wäre. (Der Versuch, die Geschwindigkeit der Nachwirkungsbewegung durch eine Exponentialfunction darzustellen, führte zu ähnlichen Ergebnissen.)

Da nach dem Elasticitätsgesetz bei gleich grossen Deformationen ohne Rücksicht auf die Geschwindigkeit ihres Verlaufes, der Abstand der ursprünglichen von der zukünftigen Gleichgewichtslage eine constante sein muss, so liegt die Vermuthung nahe, dass dementsprechend auch die Grösse der dabei auftretenden Nachwirkungsbewegungen constant wäre, derart, dass während der kürzeren Zeitdauer einer schneller eintretenden Deformation nur ein kleinerer Theil der Nachwirkung verliefe als bei der längeren Dauer einer langsam vor sich gehenden Gestaltänderung, und der Rest bis zur Erreichung der gemeinsamen Ruhelage. Andererseits ist es aber auch, wie es nach den oben erhaltenen Werthen den Anschein gewinnt, nicht unmöglich, dass die Grösse der von der Entfernung aus der anfänglichen bis zur Erreichung der endlichen Gleichgewichtslage überhaupt auftretenden Nachwirkung nicht allein eine Function der Grösse der Gestaltänderung, sondern auch der Geschwindigkeit ihres Eintretens ist, so dass also die elastische Formveränderung nicht ohne Weiteres in eine der äusseren Krafteinwirkung proportionale, fortschreitende und eine in Folge der Nachwirkung eintretende Bewegung zu trennen ist. Diese Frage kann aus den vorliegenden Beobachtungen nicht entschieden werden. Vor Allem ist die Bestimmung der Geschwindigkeiten der Nachwirkungsbewegung für die erste Minute insofern eine sehr unsichere, als es nicht verbürgt ist, dass die Formel den Vorgang in den ersten Zeiten genügend sicher darstellt. Sodann wird die Annahme, dass die Geschwindigkeit der Bewegung im letzten Zeitmoment der Krafteinwirkung und im ersten nach dem Aufhören dieselbe ist, nicht aufrecht zu erhalten sein, da, wie später mitgetheilt werden wird, eine vorhandene Nachwirkung langsamer verläuft unter fortdauernder Wirkung einer in demselben Sinne auftretenden Kraft als bei der Ruhe. Es müsste mit

Rücksicht hierauf in die für die Geschwindigkeit der Nachwirkungsbewegung angegebenen Gleichungen noch ein weiteres Glied eingeführt werden, das als eine Function des Tempo diese Verzögerung berücksichtigte.

Wie dem auch sei, nach dem Vorstehenden sind folgende für die Federbarometer wichtigen Thatsachen festzustellen:

1. Die Theilungs-Verbesserung ist (abgesehen von etwaigen in der Ablese-Vorrichtung begründeten Einflüssen) in Folge der elastischen Nachwirkung durch eine Curve darzustellen, die sich mit ihrer convexen Seite an eine an den Anfangspunkt gezogene Tangente anlehnt.
2. Der Ausdruck für diese Curve (also das Maass ihrer Krümmung) muss die durch die Beschleunigung der Nachwirkungsbewegung für das vorliegende Instrument, Druckintervall und Tempo, bedingte Form haben.
3. Die Theilungs-Verbesserung ist von dem jeweiligen Anfangspunkt des Druckintervalles abhängig.
4. Die bei Druckzunahme und Abnahme mit demselben Anfangs- und Endpunkt und demselben Tempo erhaltenen Theilungslinien sind einander nicht parallel, sondern ähnliche, mit ihren concaven Seiten einander zugewandte Curven, wie die nachstehende Figur 9 schematisch darstellt:

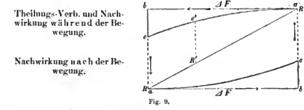


Fig. 9.

Um einen für alle Druckintervalle und Tempi genügenden Ausdruck für die Theilungslinie zu erhalten, müsste die Curve entweder auf die gerade Linie bezogen werden, welche die Bewegung durchlaufen würde, wenn während derselben keine Nachwirkung, oder auf die Linie, welche beschrieben würde, wenn die ganze überhaupt vorkommende Nachwirkung auftreten würde. In Fig. 9 entspricht ae dem thatsächlich durchlaufenen, ab dem Wege, der beschrieben würde, wenn gar keine Nachwirkung, aR demjenigen, wenn die ganze Nachwirkung während der Bewegung auftreten würde. Bei der Annahme, dass die nach beliebigen Druckänderungen endlich eintretenden Ruhelagen proportional diesen Druckänderungen sind, stellt die Gerade aR zugleich die Verbindungslinie dieser Ruhelagen dar. Die Stücke eR, $e'R'$ ... bezeichnen die Grössen der Nachwirkung, die bei Einstellung der Druckänderung von diesem Moment bis zur Erreichung der Ruhelagen zu durchlaufen sein würden, d. h. den Werth der Constanten C; die Verzögerung ihres Zunehmens mit wachsendem Druckunterschied entspricht dem für diese Constanten gefundenen Verhältniss (vgl. Abschn. 7), und den bei schnellerem Tempo flacher werdenden Theilungscurven (Fig. 8) die gestrecktere Form der Curven für die schnelleren Tempi in Fig. 6a.

Die Lage der Geraden ab ist aus Vergleichungen mit dem Normalbarometer direct nicht zu bestimmen, wohl aber die Curve ae und die Lage der Punkte R. Die Verbindungslinie dieser Punkte würde somit die „wahre Theilungslinie“ darstellen, auf welche alle mit einem beliebigen Tempo durchlaufenen Intervalle nach

Ermittlung der Constanten zu reduciren wären. Eine solche Darstellung würde jedoch für eine praktische Ausführung nicht zweckmässig sein, es muss daher verlangt werden, dass die Nachwirkungen so gering sind, dass dieselben in einfacherer Weise berücksichtigt werden können. Ich komme hierauf später zurück.

V. Die Beeinflussung der Nachwirkung durch äussere Einwirkungen.

9. Der Einfluss von Druckschwankungen auf den Verlauf der Nachwirkung.

Während der Ausführung der Beobachtungen zeigte sich in vielen Fällen eine auffallende Beeinflussung des Verlaufes der Nachwirkung durch die nicht zu vermeidenden Druckschwankungen. Es hatte den Anschein, als wenn bei Druckschwankung in dem Sinne des vorhergegangenen Intervalles die Nachwirkung an Geschwindigkeit abnähme und im entgegengesetzten Falle zunähme. Da es nicht unmöglich war, dass solche Abweichungen bei den Zeiger-Instrumenten und den vorkommenden nur sehr geringen Schwankungen von einer Trägheit des Mechanismus herrühren konnten, so musste diese Beeinflussung an der Hand von Beobachtungen speciell untersucht werden.

Zwei solcher Beobachtungsreihen sind in den folgenden Tabellen XXIV und XXV zusammengestellt:

Tabelle XXIV.

$\Delta F = -70$ mm $-$ 10 mm.

t_n	B_n^0	Mittlere Temperat.	red. F_n^w	
			B. 8.	*N. 3.*
0	671,04	19.8	666,80	665,25
5	71,33		6,68	5,17
10	69,68		6,60	5,02
15	8,52		6,60	5,02
20	7,50		6,57	4,99
25	6,35		6,48	4,86
30	5,48		6,58	4,83
35	4,77		6,50	4,84
40	4,03		6,55	4,70
45	3,28		6,45	4,78
50	2,44		6,33	4,72
55	1,96		6,29	4,63
60	2,29		6,35	4,71
65	2,24		6,22	4,55
70	2,14		6,20	4,55
80	2,15		6,17	4,49
90	2,15		6,14	4,44
100	2,10		6,17	4,49
110	2,10		6,14	4,45
120	2,03		6,16	4,47
140	1,93		6,10	4.40
1585	2,60		5,92	4,17

Tabelle XXV.

$\Delta F = -70$ mm $+$ 10 mm.

t_n	B_n^0	Mittlere Temperat.	red. F_n^w	
			B. 8.	*N. 3.*
0	675,94	22,0	681,93	680,11
5	76,12		1,75	79,93
10	77,43		1,56	9,82
15	78,29		1,47	9,67
20	79,26		1,46	9,66
25	80,24		1,40	9.62
30	81,07		1,20	9.39
35	82,10		1,17	9.36
40	82,—		—	—
45	83,74		1,22	9,37
50	84,70		1,01	9,22
55	85,69		1,01	9,23
60	86,09		0,99	9,31
65	86,37		1,11	—
70	86,55		1,12	9.31
80	86,74		1,13	9,22
90	86,45		1,12	9.20
100	86,41		1,16	9,19
110	86,37		1,16	9,13
120	86,31		1,10	9,13
140	86,02		1,11	9,17
160	85,80		1,09	9.14
180	83,53		0,91	9,33
1010	88,58		0,60	8,37

In beiden Fällen ist die erste Nachwirkung durch eine Verminderung des Druckes um 70 mm mit dem Tempo 2,0 mm hervorgerufen worden. Nachdem diese Nachwirkung fünf Minuten angedauert hat, ist in dem ersteren Fall (Tabelle

XXIV) die Verdünnung um 10 mm mit dem Tempo 0,2 mm fortgesetzt, in dem anderen Fall (Tabelle XXV) dagegen der Druck in derselben Weise vermehrt, und der Verlauf der Nachwirkung während dieser Zeit von fünf zu fünf Minuten beobachtet. Die aus diesen Reihen ebenso wie früher abgeleiteten Aneroidstände

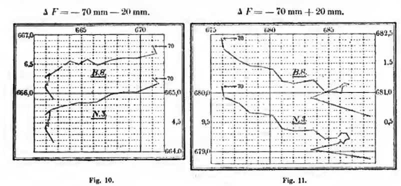


Fig. 10. Fig. 11.

red. F_n^0, die bei constanter Stellung des Normalbarometers eingetreten sein würden, sind in den Figuren 10 und 11 als Ordinaten zu den Normalbarometerständen aufgetragen. Da die Herstellung der Coincidenz der Fühlhebelmarken am Goldschmid'schen Instrument bei einer Druckänderung von 0,2 mm pro Minute eine für den

Tabelle XXVI.
$\Delta F = -70$ mm $- 3$ mm $+ 7$ mm.

t_n	B_n^0	Mittlere Temper.	red. F_n^0 G. 5.	B. 8.	N. 3.
0	651,97	23,0	656,67	652,78	650,98
5	52,15		59	2,57	50,80
7	52,20		58	2,52	50,75
10	52,30		47	2,46	50,65
15	51,24		62	2,51	50,70
20	50.27		55	2,51	50,62
25	49,46		58	2,42	50,49
30	48,93		58	2,44	50,50
35	49,50		55	2,21	50,35
40	50,31		61	2,14	50,33
45	51,17		47	2,02	50,22
50	51,80		44	1,97	50,16
55	52,77		33	1,93	50,13
60	53,32		29	1,87	50,12
70	54,00		16	1,78	50,07
80	54,62		09	1,72	50,11
100	55,21		17	1,71	50,06
120	55,04		08	1,68	49,92
315	56,85		—	1,50	49,80
1010	56,16		03	1,20	49,39

vorliegenden Fall zu grosse Unsicherheit zeigte, mussten die Ablesungen des Instrumentes eingestellt werden; die Mittheilung für dies Instrument beschränkt sich daher auf die später auszuführende Reihe.

Die Darstellung der Figuren 10 und 11 zeigt sofort, dass bei Druckänderung in dem Sinne der Nachwirkung die in gleichen Zeiten durchlaufenen Wege kleiner, bei Druckänderungen im entgegengesetzten Sinne grösser ausfallen. In der Zeit von der 5ten bis zur 55ten Minute ist im ersteren Fall der Weg im Mittel um 0,25 mm kleiner als im zweiten.

Eine solche Verschiedenheit kann ihre Ursache nicht allein in einer Trägheit des Mechanismus haben, zumal dieselbe durch Beklopfen der Deckel möglichst beseitigt wurde, sondern sie muss vielmehr eine Folge der Druckänderung sein.

Die obenstehende Tabelle XXVI giebt den Verlauf einer Nachwirkung unter dem Einfluss wechselnder Druckschwankungen. Das die Nachwirkung hervorrufende Druckintervall ist wieder wie bei den vorhergehenden Reihen 70 mm mit dem Tempo 2,0 mm.

Zuerst ist der Druck 10 Minuten lang constant erhalten, die Nachwirkung verläuft in der gewöhnlichen Weise, dann ist in demselben Sinne in langsamem Tempo 15 Minuten lang die Druckverminderung fortgesetzt, die Nachwirkung verzögert sofort ihre Geschwindigkeit, endlich (von der 30ten Minute an) ist eine Druckzunahme vorgenommen, die Nachwirkung nimmt sofort eine grössere Geschwindigkeit an, eine weit grössere als sie bei constantem Druck zu dieser Zeit ihres Verlaufes haben würde.

$\Delta F = -70$ mm $- 3$ mm $+ 7$ mm.

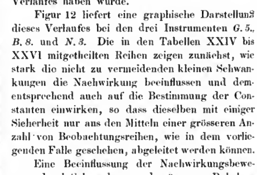


Fig. 12.

Figur 12 liefert eine graphische Darstellung dieses Verlaufes bei den drei Instrumenten *G. 5.*, *B. 8.* und *N. 3.* Die in den Tabellen XXIV bis XXVI mitgetheilten Reihen zeigen zunächst, wie stark die nicht zu vermeidenden kleinen Schwankungen die Nachwirkung beeinflussen und dementsprechend auch auf die Bestimmung der Constanten einwirken, so dass dieselben mit einiger Sicherheit nur aus den Mitteln einer grösseren Anzahl von Beobachtungsreihen, wie in dem vorliegenden Falle geschehen, abgeleitet werden können.

Eine Beeinflussung der Nachwirkungsbewegung durch Schwankungen der äusseren Ruhelage konnte nicht überraschen, da bei experimentellen Untersuchungen über die elastische Nachwirkung mehrfach auf die Abhängigkeit ihres Verlaufes von Bewegungen und Erschütterungen hingewiesen worden ist, und ferner Braun[1]) den Einfluss von elastischen Formänderungen auf eine vorhandene Nachwirkung direct untersucht und dabei eine Regelmässigkeit der Einwirkung gefunden hat.

Es wurde daher bei den Versuchen vor jeder Ablesung auf die Glasplatten der Kästen gleichmässig geklopft, um sowohl, wie bei der Ablesung von Aneroiden zur Beseitigung der Trägheit der Hebelübersetzung erforderlich ist, diese Fehler zu vermeiden, als auch um den Einfluss der Erschütterungen gleichmässig zu machen.

Es hat den Anschein, als ob die Einwirkung einer äusseren Kraft im Sinne der Nachwirkungsbewegung die Energie der dieselbe hervorrufenden Molecular-

[1]) Pogg. Ann. 159 S. 389.

bewegung abschwäche, eine Einwirkung im entgegengesetzten Sinn dieselbe verstärke. Diese Verzögerung der Nachwirkungsgeschwindigkeit giebt der, die Bewegung während des mit stetiger Geschwindigkeit durchlaufenen Druckintervalles darstellenden Curve eine andere Form. Die Abhängigkeit dieser Verzögeruug vom Tempo würde durch Beobachtung einer bekannten Nachwirkung unter dem Einfluss von Druckänderungen mit verschiedener Geschwindigkeit zu ermitteln sein. Es ist jedoch vor der Hand von der Ausführung dieser Beobachtungen Abstand genommen, da die Erlangung eines brauchbaren Resultates ohne vorherige Kenntniss des Temperatureinflusses auf die Nachwirkung zweifelhaft erschien und ferner bei schnellerem Durchlaufen eines Intervalles die Ablesungen sehr unsicher werden.

Es erübrigt nur noch hervorzuheben, dass Unregelmässigkeiten in der Geschwindigkeit der Druckänderung direct auf den Verlauf der Nachwirkung und damit auf die Theilungslinie einwirken, so dass bei Ermittlung der Theilungsverbesserung eine möglichst stetige Druckvariation erstrebt werden muss, ferner dass bei einem Druckwechsel, also beim Uebergang von zunehmendem zu abnehmendem Druck oder umgekehrt, die Nachwirkungsbewegungen am Stärksten hervortreten, weit stärker als beim Uebergang von zu- oder abnehmendem Druck zu constantem.

10. Die Superposition.

Um festzustellen, in wie weit die von Kohlrausch[1]) zuerst beobachtete Erscheinung der Superposition sich beim Federbarometer verfolgen liesse, sind einige Versuche angestellt worden, von denen die folgende Tabelle XXVII eine Reihe für die Instrumente *G. 5.*, *B. 8.*, *R. 9.* und *N. 3.* enthält.

Tabelle XXVII.

$\Delta F = +100$ mm -20 mm.

t_n	B_n^0	Mittlere Temper.	red. F_n^0 *G. 5.*	*B. 8.*	*R. 9.*	*N. 3.*
0	756,37	24,0	748,92	747,16	745,55	743,62
5	6,24		8,97	7,29	5,68	3,75
10	6,10		9.01	7,43	5,66	3,89
15	5,99		8,98	7,51	5,70	3,97
20	5,90		8.98	7,58	5,79	4,04
30	736,37		9,04	7,91	6,04	4,39
35	6,23		9,03	7,80	5,98	4,40
40	6,11		8,95	7,77	5,97	4,45
45	6,03		8.94	7,83	5,95	4,50
50	6,01		8,89	7,82	5,91	4,42
55	5,92		8,96	7,85	5,93	4,36
60	5,84		9,00	7,82	5,94	4,39
70	5,71		9,03	7,77	5,94	4,45
80	5,72		9,00	7,81	5,96	4,46
100	5,79		9,03	7,84	5,99	4,44
150	5,49		9,06	7,81	5,99	4,31
180	5,36		8,95	7,82	5,99	4,37
950	4.85		9,15	7,93	6,13	4,48

Die erste Druckänderung betrug 100 mm mit dem Tempo 2,0 mm, der regelmässige Verlauf dieser Nachwirkung wurde 20 Minuten lang beobachtet, sodann

[1]) Pogg. Ann. 158 S. 371.

eine Druckänderung von 20 mm wieder mit dem Tempo 2,0 mm im entgegengesetzten Sinne der ersten vorgenommen.

In Figur 13 ist der Verlauf der dadurch hervorgerufenen Nachwirkungsbewegungen dargestellt. Nach Mittheilung der zweiten Druckänderung wirkt bei den Instrumenten *G. 5.*, *B. 8.* und *R. 9.* zuerst diese zweite Deformation ein, bis schliesslich wieder die erste überwiegt, bei *N. 3.* läuft zunächst die erste Nachwirkung weiter, bis sie eine Zeit lang von der zweiten überholt wird und endlich wieder auftritt. Eine Eigenthümlichkeit für das Instrument ist dieser Verlauf übrigens nicht, die folgende Tabelle XXVIII enthält eine durch dieselben Deformationen hervorgebrachte Nachwirkung. Wie die Darstellung in Figur 14 zeigt, ist der Vorgang analog dem

$\Delta F = + 100$ mm $- 20$ mm.

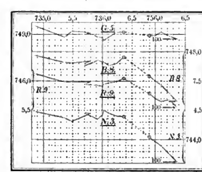


Fig. 13.

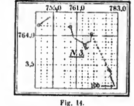


Fig. 14.

der übrigen Instrumente im ersten Fall. Es wird überhaupt der durch mehrere sich superponirende Nachwirkungen bedingte Verlauf derselben nicht allein von

Tabelle XXVIII.

t_n	B_n^0	Mittlere Temperat.	N. 3. red. F_n^0
0	782,95	22,2	763,14
5	82,92		3,24
10	82,88		3,32
15	82,90		3,35
20	82,86		3,42
30	761,25		4,04
35	61,30		4,00
40	61,24		3,91
45	61,11		3,86
50	61,15		3,78
60	61,18		3,79
70	61,18		3,79
90	61,15		3,82
110	61,16		3,86
130	61,15		3,86
150	61,04		3,92
170	60,94		3,97
190	60,89		4,15
1070	54,75		4,17
1570	54,93		4,31

den vorgenommenen Druckänderungen abhängen, sondern hauptsächlich auch von der Temperatur und den kleinen Schwankungen, die nach Einstellung

der Druckänderung noch eintreten. Bei der hier vorgenommenen Combination der Deformationen überwiegt in den meisten Fällen in der ersten Zeit die Nachwirkung der letzten Formänderung. Ganz aufzuheben ist eine Nachwirkung durch eine ihr entgegengesetzte nicht, sondern es wird, wenn auch zeitweilig ein Stillstand der Bewegung eintritt, durch Temperatureinflüsse, Druckschwankungen und Erschütterungen der noch nicht verlaufene Rest wieder hervortreten und sich durch Schwankungen der scheinbar erreichten Ruhelage geltend machen.

11. Der Einfluss der Temperatur auf die Nachwirkung.

Bei dem bedeutenden Einfluss, den die Temperatur auf die elastische Nachwirkung ausübt[1]), war zu erwarten, dass derselbe sich in ähnlicher Weise beim Federbarometer zeigen würde. Da die Beobachtung der Wärmeeinwirkung auf Nachwirkungen von bekanntem Verlauf besonders geeignet erschien, einigen Aufschluss über die Art eines Temperatureinflusses auf die Aneroidangaben überhaupt zu erhalten, so waren in die Ergebnisse dieser Versuche besondere Hoffnungen zu setzen, zumal dieselben mit den von Hartl[2]) angestellten Beobachtungen über den Einfluss der Wärme auf die Elasticität der Spannfedern einer Vergleichung unterzogen werden konnten. Von vornherein war jedoch diesen Versuchen nur eine relative Bedeutung beizulegen, da bei den durch entsprechende Metallzusammensetzung des Hebelwerkes mehr oder weniger compensirten Instrumenten eine directe Beobachtung der Grösse der Einwirkung nicht möglich ist, sowie die Spannung der in der Büchse enthaltenen Luft nicht bekannt, ihre Veränderlichkeit mit der Temperatur aber nicht zu vernachlässigen ist. — Wie schon früher hervorgehoben wurde, war eine Abhängigkeit von der Temperatur der bei den verschiedenen beobachteten Wärmegraden (zwischen 15 und 25° C.) erhaltenen Nachwirkungen weder direct zu erkennen, noch von den anderen Einflüssen (Druckschwankungen) zu trennen, so dass dieselbe für die vorliegenden Beobachtungen ausser Betracht bleiben musste.

Die Versuche, eine bekannte Nachwirkung bei stärkeren Temperaturwechseln zu verfolgen, mussten als unausführbar aufgegeben werden, da die Instrumentthermometer diesen Wechseln nicht schnell genug folgten, ferner bei Beobachtungen der Nachwirkung in den abgeschlossenen Kästen die in Folge des Temperaturwechsels eintretenden starken Druckschwankungen erst durch die Instrumente selbst erkennbar wurden, bevor sie durch den Regulator beseitigt werden konnten, und endlich auch bei Beobachtung der Nachwirkung bei gewöhnlichem Luftdruck sich zeigte, dass die durch stärkere Temperaturwechsel entstehenden Aenderungen des Standes derart waren, dass dieselben nicht der Wärmeeinwirkung zugeschrieben werden mussten, sondern vielmehr dem Umstande, dass die durch den Temperaturwechsel während der Dauer der Abkühlung oder Erwärmung fortwährend entstehende Spannungsänderung der im Inneren des Instrumentraumes enthaltenen Luft, sich nicht schnell genug mit der äusseren Luft ausgleichen konnte, und somit eine andere Spannung im Innern des Instrumentes als im Zimmer stattfand. Es wurde daher vor der Hand von der Fortführung dieser Versuche Abstand genommen.

12. Schlussbemerkungen.

In Folge der verschiedenen die elastische Nachwirkung beeinflussenden äusseren Einwirkungen, wie Superposition, Temperatur und Druckschwankungen, wird dieselbe zu einem so complicirten Vorgange, dass es weder möglich noch zweck-

[1]) Kohlrausch. Pogg. Ann. 128 und 158. Schröder. Wied. Ann. Bd. 28. S. 369. —
[2]) Hartl. Mittheil. d. k. k. militär. geogr. Inst. 1882 und 1885

mässig sein dürfte, bei der praktischen Verwerthung des Aneroids und den regellos auf einander folgenden Druckschwankungen eine directe Correction mit Hilfe der ermittelten Constanten anzubringen. Dagegen sind aber die Einwirkungen der elastischen Nachwirkung auf die Angaben des Instrumentes so bedeutend, dass dieselbe nicht unberücksichtigt gelassen werden darf, wenn die volle Leistungsfähigkeit des Federbarometers ausgenutzt werden soll. Die Beobachtungen über den Verlauf der Standverbesserung bei dem gewöhnlichen Luftdruck zeigen, dass die grössten Abweichungen in Folge der elastischen Nachwirkung entstehen, es lässt sich ihr Einfluss in nahezu allen Fällen erkennen. Druckunterschiede von 20 bis 40 mm oder rund Höhenunterschiede von 200 bis 400 m, von denen je 100 m in 50, 20 oder 10 Minuten (entsprechend dem Tempo 0,2, 0,5 oder 1,0 mm) zurückgelegt werden, rufen, wie aus den Tabellen XVII bis XX hervorgeht, in einer Stunde nach Einstellung der Druckänderung Nachwirkungen von 0,15 bis 0,33 mm hervor. Nach Durchlaufen eines Druckunterschiedes von 20 mm mit dem Tempo 0,2, 0,5 und 1,0 mm sind die Abstände von der Ruhelage, also die Constanten C nach Tabelle XXII: 0,29, 0,35 bezw. 0,42 mm.

Nach dem näherungsweise abgeleiteten Ausdruck für die Abhängigkeit der Constanten C vom Druckunterschied und Tempo (Abschnitt 7) ergiebt sich bei der in der Tabelle I dargestellten, bei den gewöhnlichen Luftdruckschwankungen entstandenen Nachwirkung der Werth für C zu 0,37 mm in Uebereinstimmung mit dem thatsächlich eingetretenen S p r u n g. Alles dies führt zu dem Schlusse, dass die durch die elastische Nachwirkung entstehenden Abweichungen nicht in das Gebiet der zufälligen Fehler gehören, sondern dass ihr Einfluss systematisch berücksichtigt werden muss.

Wie schon bemerkt, würde es weder möglich noch zweckmässig sein, eine allen Anforderungen der Praxis entsprechende Correction rechnerisch mit Hilfe der ermittelten Constanten abzuleiten, sondern es würde vielmehr eine auf empirischem Wege ermittelte Verbesserung den Vorzug verdienen, die, um den Verlauf der die Nachwirkung verursachenden Druckschwankungen bequem verfolgen zu können, an den graphisch aufgetragenen Beobachtungen anzubringen sein würde. Ich beabsichtige, in einer späteren Arbeit hierauf zurückzukommen, um den Versuch zu machen, die gefundenen Resultate an der Hand weiteren Beobachtungsmateriales zu verwerthen.

Die Anbringung einer solchen Verbesserung für die elastische Nachwirkung würde besonders bei den Angaben der Stationsbarometer, welche die jeweilig stattfindenden kleineren oder grösseren Schwankungen des Luftdruckes anzugeben haben, nicht zu umgehen sein. In allen Fällen jedoch, in denen es möglich ist, in anderer Weise die Beobachtungen von dem Einfluss der Nachwirkung zu befreien, muss dieser Weg vorgezogen werden. Eine solche Elimination ist aber in einfacher Weise möglich, sowohl bei der Bestimmung der Instrument-Constanten als auch innerhalb gewisser Grenzen bei der Höhenmessung.

Die Ermittlung der Theilungs-Verbesserung bei den gewöhnlichen Druckschwankungen der Athmosphäre ist ihrer Natur nach grösseren Zufälligkeiten ausgesetzt, als eine solche bei künstlicher Druckänderung, aber bei entsprechender Anordnung ist dieselbe sehr wohl geeignet, brauchbare Resultate zu geben. Grössere, gleichmässig einige Tage lang fortschreitende Druckänderungen kommen im Winter oft genug vor, so dass es sich nur darum handelt, dieselben zu benutzen, und während der Dauer einer solchen Druckänderung möglichst oft Vergleichungen vorzunehmen, um den Gang der Druckschwankung mit der Zeit feststellen zu können.

Eine graphische Darstellung solcher Vergleichungen wird den Verlauf der Theilungs-Verbesserung mit entsprechender Sicherheit verfolgen und die Einflüsse der elastischen Nachwirkung vermeiden lassen, indem nur die bei fortschreitender Druckänderung erhaltenen Linienzüge zur Bestimmung herangezogen werden. In ähnlicher Weise ist bei Ermittlung der Temperatur-Verbesserung zu verfahren.

Weit sichrere Resultate werden natürlicherweise Vergleichungen bei künstlicher Druckänderung ergeben, da es dabei leichter ist, die Temperatur möglichst constant zu halten und den Gang der Druckänderung bei geeignet construirten Versuchsapparaten vollständig zu reguliren, so dass auch der Einfluss der während der Druckänderung auftretenden und, wie früher näher besprochen, mit dem Tempo veränderlichen Nachwirkung in Rücksicht gezogen werden kann. Es wird sich empfehlen, die Druckänderung von verschiedenen Anfangspunkten aus mit mehreren verschiedenen Geschwindigkeiten (etwa zwischen den Grenzen 0,2 mm bis höchstens 1,0 mm pro Minute) vorzunehmen, die damit erhaltenen Theilungslinien in ähnlicher Weise wie in Figur 8 aufzutragen und für jeden einzelnen Fall die für die entsprechende Stelle der Scale giltige Verbesserung aus der mit Unterabtheilungen zu versehenden graphischen Darstellung sofort zu entnehmen.

Um den Einfluss der elastischen Nachwirkung bei der Ausführung von Höhenmessungen zu eliminiren, muss bei der Aufnahme nach einem bestimmten Princip verfahren werden. Die angestellten Beobachtungen haben gezeigt, dass der Verlauf derselben am regelmässigsten und am sichersten zu verfolgen ist, wenn der Druck constant bleibt, oder eine Druckänderung in gleichem Sinne stetig fortschreitet, und dass ein Wechsel sofort eine Aenderung im Verlauf der Nachwirkungsbewegung hervorruft. Dementsprechend ist bei der Höhenmessung entweder möglichst in der Horizontalen oder in Profilen zu arbeiten, besonders aber sind Druckwechsel zu vermeiden, und dieselben nach Möglichkeit auf Anschlusspunkte zu verlegen. Vor allen Dingen ist wesentlich, dass man sich über die bei der gerade vorliegenden Terraingestaltung zu erwartenden Druckdifferenzen und die damit zusammenhängenden Nachwirkungen eine Vorstellung machen kann, um danach das Messungsverfahren anzuordnen. Bei Innehaltung dieser zur Elimination der elastischen Nachwirkung aufgestellten Gesichtspunkte werden nach irgend einem der drei hauptsächlichsten Verfahren, sei es nun Interpolation nach der Zeit und der Höhe bei gegebenen Fixpunkten, oder Interpolation nach der Zeit durch Rückkehr auf vorher besuchte Punkte, oder endlich Reduction auf ein Standbarometer, mit guten Instrumenten Resultate erhalten werden, die nicht wesentlich hinter der bei dem Princip der barometrischen Höhenmessung überhaupt zu erreichenden Genauigkeit zurückbleiben.

Es muss jedoch erstrebt werden, die Zuverlässigkeit der Instrumentangaben soweit zu steigern, dass sie diese überhaupt mögliche Sicherheit vollständig auszunutzen gestatten. Bei genauer Kenntniss der durch die Nachwirkung und Temperatureinflüsse entstehenden Eigenbewegungen des elastischen Federsystems wird es möglich sein, bei geeigneter Construction[1]) aus dem Aneroid auch für das Laboratorium ein Differentialinstrument auszubilden, das fähig ist, für kürzere Zeiträume kleine Spannungsänderungen sicher und zuverlässig anzugeben.

Poppelsdorf, Landwirthschaftliche Akademie. December 1886.

---

[1]) Kohlrausch. Ueber ein Variationsbarometer. Pogg. Ann. 150. — Röntgen. Ueber ein Aneroidbarometer mit Spiegelablesung. Wied. Ann. 4. S. 305.

Zur Geschichte der Entwicklung der mechanischen Kunst.

Von
Dr. L. Loewenherz in Berlin.

(Fortsetzung vom vorigen Jahrgang S. 419.)

2. Die Repsold'sche Werkstatt in Hamburg.

Diejenige Werkstatt, welche neben den Münchenern zuerst den Ruf der deutschen Mechanik in der wissenschaftlichen Welt begründet hat, verdankt ihre Entstehung keinem geschulten Mechaniker; nur aus Liebhaberei, ähnlich wie wir es noch bei dem älteren Pistor in Berlin sehen werden, hat sich ihr Begründer der Herstellung wissenschaftlicher Instrumente zugewandt. Dabei ist diese Werkstatt zu einem eigentlich geschäftlichen Betrieb auf dem Gebiete der mechanischen Kunst erst zu einer Zeit übergegangen, als ihre Erzeugnisse schon viele Jahre lang sich weithin einen Namen erworben hatten.

Johann Georg Repsold[1]) entstammte einer Predigerfamilie aus dem Stader Land und wurde am 19. Sept. 1770 im Dorfe Wremen an der Wesermündung geboren. Auch er war vom Vater zum Theologen bestimmt, doch fehlte ihm jede Neigung zu diesem Beruf; dagegen zeigte er schon früh grosses Interesse für mechanische Constructionen. Der väterliche Plan wurde aufgegeben und der junge Mann kam nach Cuxhaven zu dem Wasserbaudirector Woltmann, dem er anfangs untergeordnete Dienste leistete, bis er ihm später, bei zunehmenden Kenntnissen, in seinen amtlichen Obliegenheiten zur Hand ging. Im Jahre 1797 erhielt Repsold in Hamburg eine bescheidene Stelle als städtischer Beamter zur Ueberwachung der Strombauten und Schifffahrtszeichen. Von der sehr geringen Einnahme dieser Stelle erübrigte er noch so viel, um sich Werkzeuge für seine mechanischen Arbeiten anzuschaffen, und lag nunmehr diesen in seinen Mussestunden mit grossem Eifer ob, obwohl ihm jede Anleitung dazu fehlte. Bald darauf trat er als Gehilfe dem Spritzenmeister (Leiter der Feuerwehr) Scharff zur Seite und wurde 1799 zu seinem Nachfolger bestellt, heirathete auch dessen Tochter. In der Amtswohnung, die er nunmehr bezog, hatte er Raum und Gelegenheit, seiner Liebhaberei für mechanische Arbeiten ungestörter nachzugehen. Bestimmend für die Richtung derselben auf astronomische Instrumente wurde der freundschaftliche Verkehr, der sich zwischen ihm und Dr. Kaspar Horner aus Zürich entwickelte. Letzterer kam auf Empfehlung des bekannten Astronomen Zach zu Gotha (auf dem Seeberge) 1799 nach Hamburg, um Vermessungen der Weser-, Elbe- und Eider-Mündungen zu übernehmen, welche ihn bis 1801 beschäftigten. Er wohnte in Repsold's Hause und theilte dessen Liebhaberei; sobald sie freie Zeit hatten, arbeiteten sie gemeinschaftlich in der Werkstatt an einem Sextanten, später an einem Universalinstrument.

Doch waren die Arbeiten, welche das Amt bei der Feuerwehr mit sich brachte, nicht gering. Die beiden Spritzenmeister der Stadt hatten sowohl die neuen Spritzen

[1]) Die folgenden Mittheilungen verdanke ich vorzugsweise der Freundlichkeit des Herrn Joh. A. Repsold. Die Angaben über Joh. Georg Repsold sind — zum grossen Theil wörtlich — den von genanntem Herrn herausgegebenen „Nachrichten über die Familie R. und insbesondere über J. G. R., Hamburg 1884" entnommen; die Mittheilungen über Ad. R. sind von Herrn Joh. A. R. in liebenswürdigster Weise für den vorliegenden Zweck aufgesetzt und mir zur Verfügung gestellt worden. Ueber Georg R., dessen Thätigkeit im Aichwesen mir aus eigener Erfahrung wohl bekannt ist, hat mir sein Sohn, Herr Aichmeister F. L. Repsold, weitere schätzenswerthe Angaben zugesandt.

und sonstiges Löschgeräth zu liefern, als auch alle Reparaturen auszuführen; dazu kamen ausser der Leitung der Löscharbeiten und der Beaufsichtigung einer Löschmannschaft von fast 800 Mann mancherlei Verwaltungsgeschäfte, für welche keine besonderen Beamten angestellt waren. Indessen fand Repsold in den nächsten Jahren Zeit zur Herstellung eines kleinen Durchgangsinstrumentes[1]), welches Horner auf seine Reise um die Erde unter Krusenstern mitnahm.

Anfang 1802 richtete er in einem kleinen von der Stadt ihm bewilligten früheren Artilleriegebäude auf der jetzigen Elbhöhe eine besondere Sternwarte ein. Er rüstete sie mit einem Meridiankreise mit achtfüssigem (2,6 m) Fernrohr und einer später (1810) an Bessel verkauften Pendeluhr eigener Arbeit aus. Das Objectiv des Fernrohres hatte er selbst aus englischem Glase geschliffen, welches sich aber als mangelhaft erwies.[2]) Er ging nunmehr daran, in einem Kalkofen selbst Glas zu schmelzen und stellte u. a. einen massiven Flintglaskegel[3]) „von 5 Zoll (13,5 cm) Dicke und 8 Zoll (22 cm) Länge“ her. Die Versuche mit solchen besseren Gläsern erwiesen, dass auch Mängel in der Form der Objective an ihrer ungenügenden Wirkung Schuld waren; hierauf wandte er sich an Gauss, der vielleicht hieraus zuerst zu seinen epochemachenden Untersuchungen über die Anordnung von Linsensystemen angeregt wurde. Die Arbeiten an den Objectiven zogen sich bis 1811 hin, doch wurde der Meridiankreis inzwischen von Repsold, sowie von Schumacher zu Beobachtungen benutzt. Letzterer ist zuerst bei dieser Gelegenheit jenem näher getreten; beide waren von da an in engster Freundschaft verbunden.

Im Frühjahr 1812 zwangen die unruhigen politischen Zustände in Hamburg, die sämmtlichen Instrumente von der Sternwarte zu entfernen, und diese selbst wurde bald auf Anordnung des französischen Commandanten wegen Aenderung der städtischen Befestigungen beseitigt. Die Jahre 1813 und 1814 brachten schwere Zeiten für Hamburg und auch Repsold hatte darunter zu leiden. Als die Franzosen im März 1813 abgezogen, war er vielfach für Sicherheitsmaassregeln zum Schutze der Stadt thätig, er hielt es deshalb für rathsam, als die Franzosen wieder einrückten, Hamburg zu verlassen, konnte jedoch bald zurückkehren und behielt auch den Befehl über die Feuerwehr. Es gelang ihm sogar, seine Spritzenmannschaften in dem strengen Winter 1813/14 vor der Ausweisung zu bewahren, die sonst alle diejenigen traf, welche ihren Hausstand für die Wintermonate nicht genügend verproviantiren konnten.

An wissenschaftliche Arbeiten war um jene Zeit nicht zu denken. Diese begannen erst wieder nach dem gänzlichen Aufhören der Fremdherrschaft. Im Jahre 1815 ging Repsold daran, den Meridiankreis, welchen Gauss für Göttingen ankaufte, auf's Neue in Stand zu setzen. Die Ablieferung erfolgte erst 1818, da noch einige Aenderungen, besonders die Neutheilung des Kreises, erforderlich waren. Diese Arbeiten machten ihm bei der unsicheren Aufstellung in einem der unteren Räume seines Hauses und den ungenügenden Hilfsmitteln ausserordentliche Mühe; übertriebene Anstrengung schädigte dabei seine Gesundheit und schwächte seine Augen. Auch nahmen viele gleichzeitige gröbere Arbeiten für Leuchtapparate u. dergl. ihn stark in Anspruch, konnten aber nicht abgewiesen werden, weil die Erhaltung

[1]) Benzenberg erwähnt in einem Schreiben vom Oct. 1801 an Gilbert (G.'s Annalen Bd. IX S. 373) dieses Instrumentes von 8 Zoll (22 cm) Axenlänge und 27facher Vergrösserung und betont bereits damals, dass Repsold „mit den ersten englischen Künstlern wetteifert“. — [2]) Vergl. auch Gilbert's Annalen XI S. 264, Brief Benzenberg's vom Mai 1802. — [3]) Nach einem Schreiben Benzenberg's vom 3. Mai 1803, Gilbert's Annalen XIV S. 253.



der Werkstatt gerade auf dem Ertrage aus diesen gröberen Arbeiten beruhte. Er besorgte persönlich die Aufstellnng des Meridiankreises in Göttingen. Von hier aus unternahm er dann in Begleitung seines ältesten Sohnes Georg eine Erholungsreise nach München, wo er zu Reichenbach in freundschaftliche Beziehungen trat, und weiter nach Zürich, um mit Horner einen Ausflug in die Schweiz zu machen.

Im Jahre 1819 reiste er mit Schumacher, der einen für die Holsteinischen Gradmessungen bestimmten Zenithsector aus Greenwich abholen wollte, über Paris nach London. Ueber das, was er dort an astronomischen Instrumenten und an englischen mechanischen Werkstätten gesehen hat, spricht er sich wenig befriedigt aus. „Die Einrichtung der (Greenwicher) Sternwarte“, schreibt er, „hat mir so „wenig gefallen, wie die grossen schwer zu bewegenden Instrnmente. Ich glaube, „dass man mit viel kleineren Instrumenten, wenn sie vortheilhafter eingerichtet sind, „mehr leisten kann“.

Im folgenden Jahre wurde in der Werkstatt der Basismessapparat für Schumacher fertiggestellt und Repsold selbst betheiligte sich an der Messung der Basis bei Braake. Um dieselbe Zeit wurde von ihm in Gemeinschaft mit mehreren gleichgesinnten Männern die Gründung einer städtischen Sternwarte in Hamburg angeregt. Der Bau war 1825 vollendet. Dagegen gelang es seinen und Schumacher's Bemühungen nicht, Gauss' Berufung an die neue Sternwarte zu ermöglichen.

Die verschiedenartigsten Arbeiten beschäftigten Repsold in diesen Jahren, 1821 bis 1825. Für seine Werkstatt baute er eine Cylinderbohrmaschine, eine schwere Ziehbank, eine Längentheilmaschine von 3 Fuss (97 cm) und eine grosse Wage eigenthümlicher Construction. Auch eine kleine Dampfmaschine wurde ausgeführt. Als allgemeiner bekaunt gewordene Arbeit aus dieser Zeit ist der für Bessel hergestellte Pendelapparat (1825) zu nennen. Auch wurden Pläne für die Instrumente der neuen Hamburger Sternwarte entworfen; Ende 1825 nennt Repsold in einem Brief an Horner als beabsichtigte Neuerung an dem Meridiankreise die Einrichtung zum Vertauschen von Objectiv und Ocular für Biegungsbestimmungen. Doch wurde das Durchgangsinstrument zuerst zur Ausführung gebracht und im März 1829 wurden die ersten Beobachtungen mit demselben von Peters angestellt.

Im Jahre 1826 machte Repsold eine zweite Reise nach München und der Schweiz, diesmal in Begleitung seines Sohnes Adolf. Nach seiner Rückkehr beschäftigte er sich anhaltend mit Theilungsarbeiten, sowohl mit Herstellung genauer Unterabtheilungen von Längenmaassen, als mit Vorbereitungen zur Theilung der schon in den Jahren 1818 bis 1820 begonnenen aber noch unvollendet gebliebenen $4^1/_2$ füssigen (1,5 m) Kreistheilmaschine. Er ging an die Herstellung der Muttertheilung und führte hierbei die ersten Fühlniveaus ein, nachdem sich die von Reichenbach für diesen Zweck angewandten Fühlhebel[1]) ihm als unzureichend erwiesen hatten. Die Theilarbeiten geschahen in einem Zimmer der Sternwarte, um vor Erschütternngen geschützt zu sein. Doch war die Vollendung dieses Werkes ihm nicht vergönnt, die Theilung wurde später von seinem Sohne Adolf zu Ende geführt; die Maschine aber ist noch jetzt das Hauptstück der Repsold'schen Werkstatt.

Am 14. Jannar 1830 setzte ein jäher Tod des Meisters unermüdlichem Schaffen ein Ende. Er befand sich im geselligen Kreise, als ihm die Meldung eines grösseren Brandes überbracht wurde. Mit dem Worten: „Auf Wiedersehen, lieber Vetter[2])“ trennte er sich von seinem Freunde Schumacher, der ebenfalls anwesend war,

[1]) Diese Zeitschrift 1882. S. 456. — [2]) Diese Worte hat Schumacher durch eine Medaille bewahrt.

und eilte zur Brandstätte. Während er hier mit Anordnungen für Löschung beschäftigt war, stürzte der steinerne Giebel des brennenden Hauses ein und traf ihn tödtlich.

Repsold's Charakter war fest und gerade, wie es seiner Entwicklung aus eigener Kraft entsprach. Streng gegen sich selbst, war er es auch gegen Andere, und im Lobe fast zu karg, doch voll Herzensgüte und frei von kleinlicher Gesinnung; in seinen Arbeiten war er beharrlich, erfinderisch und stets die höchsten Leistungen anstrebend. Mit Geldangelegenheiten befasste er sich nicht gern, seine brave Gattin trat aber hier für ihn ein und sorgte für das sparsame Zusammenhalten der Einnahmen. Vor der Sternwarte in Hamburg ist seinem Andenken ein Denkmal errichtet worden.

Von den drei ihn überlebenden Söhnen wurden die beiden ältesten Georg, geb. 1804, und Adolf, geb. 1806, in der väterlichen Werkstatt als Mechaniker ausgebildet. Der Aeltere blieb jedoch zunächst nicht bei diesem Fache, er übernahm schon im Alter von 21 Jahren das Geschäft seines Schwiegervaters, welches die Einrichtung von Wasserleitungen und Heizapparaten, die Ausführung von Dachdeckerarbeiten und anderen baulichen Anlagen umfasste.

Der jüngere Bruder, Adolf, widmete sich dagegen ganz dem Berufe des Vaters; wenige Jahre nach seinem Eintritt als Lehrling in die Werkstatt war er schon dessen bester Mitarbeiter geworden. Nachdem er 1826 die Münchener Werkstätten kennen gelernt hatte, war sein grösster Wunsch, sich dort zu seiner weiteren Ausbildung einige Jahre aufzuhalten. Doch kam dieser Plan nicht zur Ausführung, da der Vater sich mehr und mehr an die zuverlässige Hilfe des Sohnes gewöhnt hatte und ihn nicht ziehen lassen wollte.

Adolf war inzwischen dem Vater auch in seiner amtlichen Thätigkeit eines Oberspritzenmeisters (Leiter der Feuerwehr) zur Seite getreten und 1827 wurde er demselben von Amts wegen als Gehilfe beigegeben. Als sein Vater 1830 ums Leben gekommen war, wurde er zum Spritzenmeister ernannt. Diese Anstellung machte es ihm, der sonst ohne Mittel war, möglich, die Arbeiten der väterlichen Werkstatt in der bisherigen, nunmehr von ihm bezogenen Amtswohnung fortzuführen. Nach einiger Zeit vereinigte sich sein Bruder Georg mit ihm zu diesem Zwecke und unter der Firma A. & G. Repsold haben dann die beiden Brüder bis zum Jahre 1867 zusammengearbeitet. Georg wurde indessen durch sein eigenes bautechnisches Geschäft, das er bis 1865 fortbetrieb, sowie später durch seine Thätigkeit im Aichwesen, in welches er 1843 mit der Ernennung zum hamburgischen Justirbeamten eintrat, vielfach abgehalten. Er besorgte hauptsächlich den geschäftlichen Theil des Betriebes, während die Construction der Instrumente und die Leitung der Arbeiten in der Werkstatt grösstentheils Adolf zufielen. Doch betheiligte Georg, soweit seine Zeit es gestattete, sich auch an der Vollendung der Instrumente und zwar vorzugsweise solcher, die sich auf Maass und Gewicht bezogen. Georg's Thätigkeit auf den verschiedenen Gebieten der Technik hatte sich grosser Anerkennung zu erfreuen. So wurde er nach dem grossen Brande von Hamburg 1842 an die Spitze einer städtischen Commission zur Begutachtung gewerblicher Anlagen, einschliesslich der Dampfkessel, gestellt. Später, 1865, nahm er als Vertreter der drei Hansestädte in Frankfurt a. M. an den Berathungen über Einführung gemeinsamen Maasses und Gewichtes in den deutschen Bundesstaaten Theil. Ebenso wurde er zu den Verhandlungen abgeordnet, welche behufs Feststellung der Ausführungsbestimmungen der Maass- und Gewichtsordnung für den Norddeutschen

Bund Anfang 1869 in Berlin stattfanden. Im weiteren Verfolg zum Mitglied der neu gegründeten Normal-Aichungs-Commission ernannt, hat er derselben bis zu seinem Tode angehört; an der Ausarbeitung der Aichvorschriften, sowie an deren weiterer Fortbildung und Vervollkommnung hat er stets eifrigen und kundigen Antheil genommen. Als praktischer Aichungsbeamter — er wurde 1869 Aichungsinspector der Stadt Hamburg — war er nach Kräften bemüht, die Durchführung der Aichvorschriften zu sichern. Dabei hatte er viele Schwierigkeiten zu bestehen, um in der alten Handelsstadt Hamburg die dort festgewurzelten Gewohnheiten im Maass- und Gewichtswesen zu bekämpfen und den Anforderungen der neuen Zeit Geltung zu verschaffen.

Mit Rücksicht auf sein hohes Alter (81 Jahre) und eine eben überwundene schwere Krankheit beabsichtigte der hochverdiente Mann mit dem 1. October 1885 sich aus der Aichpraxis zurückzuziehen; doch einen Tag, bevor seine Pensionirung in Kraft treten sollte, endete sein arbeitsreiches Leben.

Adolf Repsold, zu welchem wir nunmehr zurückkehren, hat sich früh als Mechaniker Geltung verschafft. Schon 1832 schreibt Schumacher, welcher den Söhnen seines Freundes mit Rath und Fürsprache in liebenswürdiger Weise zur Seite stand, über ihn an Gauss: „Ich möchte, dass Sie dabei die Hilfe des jungen Repsold hätten, der schon jetzt den Vater nicht vermissen lässt“. Die ersten Arbeiten, welche, noch zu des Vaters Lebzeiten bestellt, in der Werkstatt vollendet wurden, waren ein kleines Passageninstrument für Bessel und ein 9füssiges (2,9 m) für Edinburg, dessen Aufstellung im Herbst 1831 erfolgte. Gleichzeitig wurde ein Leuchtthurm-Lampenapparat für Wangeroog angefertigt. Es folgten Wagen, Längenmessvorrichtungen und ein Paar kleinere Fernrohre parallaktischer Aufstellung, 1833 wurde dann der Meridiankreis für die Hamburger Sternwarte, 1834 der für die Pulkowaer Sternwarte bestellt, und damit trat die Nothwendigkeit, die grosse Kreistheilmaschine zu vollenden, in den Vordergrund. Adolf fand es nöthig, die Theilungsarbeit neu zu beginnen, behielt aber das von dem Vater angewandte Verfahren der allmäligen Eintheilung bei. Auf dem Kreise wurden der Reisserwerkträger mit zwei festen Anschlägen und ein zweiter Schlitten mit zwei Fühlniveaus abwechselnd fortbewegt, nachdem der Abstand der letzteren für das Einheitsintervall der Fortbewegung möglichst scharf berichtigt worden war. Das erste Intervall war 30°. Durch ein gleiches Verfahren wurde dann jedes 30°-Intervall in kleinere (vermuthlich erst in 10°, dann in 1°-Intervalle u. s. w.) zerlegt, bis der ganze Umkreis durchweg von 2′ zu 2′ getheilt war.

Bei dem 1836 vollendeten Meridiankreise für Hamburg wurde der Träger der vier Mikroskope auf der Axe drehbar ausgeführt; bei dem Pulkowaer Meridiankreise wurde dagegen die Befestigung der Mikroskope am Pfeiler (wie am Göttinger Instrument) wieder aufgenommen. Gleichzeitig mit dem Meridiankreise wurde auch das Passageninstrument im ersten Vertical für Pulkowa vollendet (1838); bei demselben wurde zum ersten Male die Biegung der Axe durch innere Hebel aufgehoben; das Instrument zeichnet sich auch aus durch die bequeme Umlegevorrichtung.

Ende 1836 kam Steinheil nach Hamburg, um für die baierische Regierung ein Kilogramm aus Bergkrystall und gläserne Meterstäbe ausführen zu lassen. Während seines mehrmonatlichen Aufenthaltes bildete sich ein lebhafter, freundschaftlicher Verkehr zwischen ihm und Adolf Repsold.

Des Letzteren erstes grösseres parallaktisches Instrument war das Aequa-

toreal für Christiania. Die Construction desselben wich wesentlich von der in München üblichen ab, indem er eine streng durchgeführte Gewichtsaufhebung der Declinationsaxe, eine von der Uhrbewegung unabhängige Rectascensions-Feinstellung, mikroskopische Kreisablesungen und Metallfernrohr annahm, um das Instrument für Ortsbestimmungen durch Kreisablesungen geeignet zu machen. Es wurde 1839 begonnen und 1841 vollendet.

Noch in demselben Jahre konnte der Königsberger Meridiankreis abgeliefert werden. Repsold reiste Ende 1841 zur Aufstellung hinüber. Der mehrwöchentliche Aufenthalt im Bessel'schen Hause regte ihn auf das Lebhafteste und Nachhaltigste an; er benutzte ihn auch zu einer eingehenden Erörterung der Construction des kurz vorher bestellten Heliometers für Oxford.

Inzwischen war durch die Bestellung von Prismenkreisen (für Schumacher, Gauss u. a.) und magnetischen Apparaten (Inclinatorium und Magnetometer für Gauss und Weber) auch für Arbeiten in kleinerem Maassstabe gesorgt. Daneben wurden indess auch Dampfkessel hergestellt.

Der Entwurf des Oxforder Heliometers, welcher sich von den bisherigen Constructionen weit entfernte, namentlich durch Einführung der Cylinderführung der Objectivhälften, Ablesung der Scalen derselben vom Ocular aus und Drehung des ganzen Rohres in Position, war kaum begonnen, als diese, wie viele andere Arbeiten, durch den grossen Brand von Hamburg, vom 5. bis 8. Mai 1842, für längere Zeit unterbrochen wurden. Adolf Repsold war in diesen Tagen vielfach in Lebensgefahr und fast unausgesetzt den aufreibendsten Strapazen unterworfen; auch der andere Bruder Georg betheiligte sich mit grosser Hingebung an der Bekämpfung der Feuerbrunst. Nachdem weitere unmittelbare Gefahr für die Stadt abgewendet war, nahmen die Folgen dieses Ereignisses Adolf noch für Monate fast gänzlich in Anspruch. Im Herbst war es ihm dann Erholung und ein grosser Genuss, mit den drei Brüdern Weber (Ernst Heinrich, Wilhelm und Eduard) eine Fussreise durch den Harz zu machen. Der grosse Brand gab übrigens Veranlassung zur Erfindung der rotirenden Spritze (als Repsold'sche Pumpe bekanntes Kapselrad), mit der ein überraschender Nutzeffect erzielt wurde. Solche Spritzen wurden in den folgenden Jahren in grosser Zahl ausgeführt; später hörte die Nachfrage auf, besonders wohl deshalb, weil die Brüder es unterliessen, für eine fabrikmässige Herstellung der neuen Spritzen zu sorgen, die sich freilich mit den feinen Arbeiten der Werkstatt schwer vereinigen liess.

Bei Wiederaufnahme der astronomischen Arbeiten stand das Heliometer in erster Linie; aber die grossen Schwierigkeiten der neuen Construction, sowie ein Unfall mit dem Objectiv verzögerte die Vollendung sehr; schliesslich wurde auch der Kuppelbau nicht rechtzeitig fertig und erst 1849 konnte das Heliometer in Oxford aufgestellt werden. Die Beleuchtung der Objectivschieberscalen durch elektrisches Licht (glühende Platindrähte) wurde auf den Vorschlag Steinheil's eingeführt.

Es sei hier noch eines ganz andersartigen Vorschlages Steinheils aus dieser Zeit erwähnt. Als 1845 nach Mahler's Tode das früher Fraunhofer'sche optische Institut in München zur Regelung der verschiedenen Ansprüche verkauft werden sollte, forderte er Adolf Repsold auf, dasselbe in Gemeinschaft mit ihm zu erwerben. Jener war aber in Hamburg zu fest gebunden, um auf den Vorschlag eingehen zu können.

Zwei Meridiankreise, ähnlich dem Pulkowaer, für Moskau und Kasan, wurden

1846 fertig. Nach einer Reihe kleinerer Arbeiten (Universalinstrumente, kleiner Meridiankreis für Anapolis, auch einige Sextanten) folgte der Meridiankreis für Madrid, zu dessen Aufstellung Repsold Ende 1854 reiste, hin über Paris, zurück über England, um Johnson in Oxford zu besuchen.

Nach Hause zurückgekehrt, liess er Pläne für den Neubau einer Werkstatt ausführen, die er im Laufe des Sommers 1855 errichtete und zwar auf eigenem Grunde; das Amtsgebäude war baufällig geworden und reichte nicht mehr aus. Im Frühjahr 1856 fand die Uebersiedlung statt. Ein 8 füssiger (2,6 m) Refractor für Lissabon und das Aequatoreal für Gotha mit Gewichts-Aufhebung und -Ausgleichung nach Hansen waren die Instrumente, welche in diesen Räumen zuerst (1860) fertig wurden. Auch eine Anzahl von Höhenkreisen, wie sie in den russischen Vermessungen vielfach verwendet werden, und Universalinstrumenten wurden in diesem und den folgenden Jahren hergestellt.

Adolf wurde, nachdem er 1856 zum Oberspritzenmeister ernannt worden war, von seinen Amtsgeschäften fortdauernd sehr in Anspruch genommen, da schon seit 1842 beabsichtigte, von den städtischen Behörden aber bisher nicht genehmigte durchgreifende Umgestaltungen im Löschwesen nun durchgeführt wurden. Er konnte daher nur einen kleinen Theil seiner Zeit der Werkstatt zuwenden, wo er sich seit Ende 1859 grossentheils durch seinen ältesten Sohn Johann Adolf vertreten liess. Die Arbeiten dort behielten aber stets sein besonderes Interesse. Der Sohn wurde 1862 Mitglied der Firma.

Unter den Instrumenten, welche in den nächsten Jahren vollendet wurden, sind hervorzuheben das 7 füssige (2,3 m) Passageninstrument für alle Verticale, welches auf W. Struve's Vorschlag als vervollkommnete Wiederholung des Passageninstruments für den ersten Vertical in Pulkowa für die neue Sternwarte in Lissabon ausgeführt wurde (1863) und das 21 füssige (6,8 m) Aequatoreal für dieselbe Sternwarte (1865), an kleineren Instrumenten Reversionspendel-Apparate (für Zürich und St. Petersburg), ein Comparator für Strich- und Endmaasse mit Mikroskopen und Fühlniveaus für Dresden u. a. m. Es folgte 1867 das $9^1/_2$ füssige (3,1 m) Aequatoreal für Hamburg, an dem die von Hansen für das Gothaer Aequatoreal vorgeschlagenen Contrabalancirungen in vervollkommneter Weise zur Ausführung gelangten.

Im Frühjahr 1867, als Georg aus der Leitung der Werkstatt ausschied, trat Adolf's dritter Sohn Oscar in dieselbe ein. Unter der Firma A. Repsold & Söhne setzte der Vater dann mit seinen beiden Söhnen die Arbeiten fort. Doch konnte er auch jetzt nur zeitweilig nach Wunsch in der Werkstatt thätig sein. Fortgesetzte Aenderungen in den Löscheinrichtungen brachten ihm viel zeitraubende Arbeit. Er empfand sein Amt mehr und mehr als eine Last, war auch den körperlichen Anstrengungen, die es gelegentlich mit sich brachte, bei allmälig auftretender Kränklichkeit nicht mehr gewachsen und entschloss sich deshalb Ende 1870 sein Amt niederzulegen.

Inzwischen waren in Arbeit gewesen zwei Basismessapparate mit mikroskopischem Anschluss der in Eisenrohren gelagerten Messstangen (für Java und Lissabon), Meridiankreise, tragbare Passageninstrumente mit Azimutal-Drehung und schneller Umlegung, eine Längen-Theilmaschine für die Normal-Aichungs-Commission in Berlin, ein grösserer Reversions-Pendelapparat für das Central-Bureau der Europäischen Gradmessung u. a. m.

Adolf Repsold erwartete mit Ungeduld die Zeit, wo er sich wieder ganz seiner

Lieblingsthätigkeit würde widmen können; doch sollte dieser Wunsch ihm nicht in Erfüllung gehen. Seine Kränklichkeit nahm anhaltend zu; der Winter auf 1871 brachte ihm schwere Leiden, von denen er am 13. März durch einen Herzschlag erlöst wurde.

Repetitions-Spectrometer und Goniometer.

Von
Dr. **H. Krüss** in Hamburg.

Das im Nachfolgenden zu beschreibende, im optischen Institut von A. Krüss in Hamburg construirte Instrument vereinigt die Vortheile der Spectrometer von Meyerstein und v. Lang in sich und gestattet ausserdem das Repetiren der Messung von Linienabständen im Spectrum und von Winkeln. Seine Anordnung in Bezug auf letzteren Punkt lehnt sich an eine Construction an, welche von Steinheil seinen Goniometern gegeben wird.

Mit dem Dreifusse *A* (Fig. a. f. S.) ist der Träger *B* für das Collimatorrohr *C* fest verbunden; letzteres kann durch zwei Schrauben *a* an beiden Seiten des Trägers so eingestellt werden, dass seine optische Axe durch die Axe des Theilkreises geht; um es senkrecht zu dieser Axe zu stellen, kann es durch die Stellschraube *b* um eine durch die Schrauben *a* gehende horizontale Axe bewegt werden.

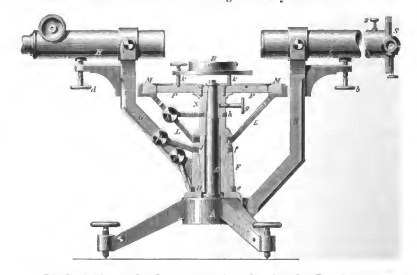
Ferner sind mit dem Dreifusse *A* fest verbunden die innen und aussen entgegengesetzt conische Büchse *D*, sowie die eiserne Säule *E*. Auf den äusseren Conus von *D* ist die Hülse *F* aufgeschliffen, mit welcher der Fernrohrträger *G* verbunden ist. Auf demselben ist das Beobachtungsfernrohr *H* durch zwei Schrauben *c* und eine dritte *d* in gleicher Weise justirbar befestigt wie das Collimatorrohr *C* auf dem Träger *B*; diese Einrichtung ist dieselbe wie bei dem v. Lang'schen Spectrometer. Das Beobachtungsfernrohr *H* ist um die ganze Axe des Instrumentes drehbar mit Ausnahme des Raumes, welcher von dem fest mit dem Dreifusse verbundenen Collimatorträger *B* eingenommen wird. Mit Hilfe einer den Ring *e* zusammenziehenden Klemmschraube kann das Beobachtungsfernrohr mit dem Stativ bezw. dem Stücke *B* fest verbunden und durch die Mikrometerschraube *e'* fein eingestellt werden.

In der conischen Ausbohrung des Stückes *D* bewegt sich der hohle Zapfen *J*. Auf demselben durch Schrauben befestigt ist der aus vier Armen *LL* bestehende Träger für den Theilkreis *MM*. Um das obere cylindrische Ende des Zapfens *J* ist ein Klemmring *f* gelegt, welcher durch eine Klemmschraube angezogen werden kann, so dass dann der Theilkreis mit dem Beobachtungsfernrohre verbunden ist, während die Mikrometerschraube *f'* die feine Einstellung beider gegeneinander ermöglicht. Ist in diesem Falle gleichzeitig auch die Klemmschraube des Ringes *e* angezogen, so ist der Theilkreis durch den Träger *G* auch mit dem Stativ fest verbunden.

Die eiserne Säule *E* bildet an ihrem oberen Ende einen conischen Zapfen, auf welchem sich die Büchse *N* dreht und diese trägt den mit vier Nonien versehenen Nonienkreis *PP*. Durch die Schraube *g* kann der Nonienkreis an den Zapfen *E* geklemmt, also ganz fest mit dem Stativ verbunden werden. Andererseits können die Nonien auch durch die am Ringe *h* wirkende Klemmschraube mit dem Theilkreise verbunden und mit diesem um die Axe des Instrumentes gedreht werden; durch die Mikrometerschraube *h'* wird die feine Einstellung zwischen Nonien und Theil-

kreis besorgt. Sind die Klemmschrauben *g* und *e* offen, die Ringe *f* und *h* dagegen geklemmt, so kann das Beobachtungsfernrohr mit Theilkreis, Nonienkreis und dem auf letzterem stehenden Prismentische *R* um die Instrumentenaxe bewegt werden.

Der schwere, mit Blei ausgegossene, Prismentisch *R* steht wie bei dem Meyerstein'schen Spectrometer auf drei Stellschrauben *k* auf dem Nonienkreise *P*, jedoch stehen die Schrauben in einer centrisch in den Kreis eingedrehten Rille, so dass der Tisch *R* immer centrisch bleibt; er macht alle Drehungen des Kreises *P* mit, kann aber zur ersten Orientirung auch unabhängig von demselben gedreht werden. Der Prismentisch kann auch, wie bei dem v. Lang'schen Instrumente auf eine Verlängerung der Säule *E* aufgesteckt und auf dieser in der Höhe verschoben, sowie zu krystallographischen Arbeiten ähnlich wie bei dem Fuess'schen Reflexions-Goniometer mit Centrirvorrichtungen für Krystalle versehen werden. —



Die Berichtigung des Instrumentes ist sehr einfach. Der Spalt *S* ist unmittelbar fest in der richtigen Entfernung der Brennweite des Collimatorobjectives von letzterem angebracht; dadurch fällt also das Einstellen des Spaltes in den Brennpunkt des Collimatorobjectives mit Hilfe des zuvor auf unendliche Enfernung eingestellten Beobachtungsfernrohres vollkommen fort und es kann an der ein für alle Mal richtigen Einstellung nichts durch Zufall oder Unvorsichtigkeit verändert werden.

Die Senkrechtstellung der optischen Axe des Beobachtungsrohres *H* auf seine Umdrehungsaxe geschieht nach der bekannten Gauss'schen Methode mit Zuhilfenahme einer auf den Prismentisch gestellten planparallelen Glasplatte und eines dem Instrumente beigegebenen Gauss'schen Oculares unter Benutzung der Mikrometerschraube *d*. Ist diese Berichtigung geschehen, so muss das Collimatorrohr *C* ebenfalls senkrecht zur Instrumentenaxe gestellt werden. Zu diesem Zwecke löst man die den Spalt *S* festhaltende kleine Schraube *s* ein wenig; dann kann man den ganzen Spalt drehen, so dass die Spaltöffnung horizontal zu stehen kommt und den horizontalen Durchmesser des Collimatorrohres bildet. Blickt man nun

durch das um 180 Grad vom Collimatorrohr entfernte Beobachtungsrohr, so muss das Bild des horizontalen Spaltes das Fadenkreuz mitten durchschneiden; ist dieses nicht der Fall, so kann solches mit Hilfe der Stellschraube *b* herbeigeführt werden.

Der Spalt *S* gestattet bei gelöster Schraube *s* eine Drehung um 180 Grad. Hat man nun bei senkrechter Stellung des Spaltes das Fadenkreuz des Beobachtungsfernrohres auf den Spalt eingestellt und dreht sodann den Spalt um 180 Grad, so muss die Einstellung richtig bleiben, wenn die Mittellinie des Spaltes die optische Axe des Collimatorobjectives wirklich durchschneidet. Ist letzteres nicht der Fall, so ist nach Drehung des Spaltes um 180 Grad sein Bild natürlich aus dem Schnittpunkte des Fadenkreuzes seitwärts gerückt. Es können dann zur Berichtigung dieses Fehlers die Schrauben gelöst werden, welche den Spalt mit seiner Grundplatte verbinden und der ganze Spalt auf dieser Grundplatte verschoben werden. Ob diese Berichtigung (welche übrigens schon vor dem Entlassen des Instrumentes aus der Werkstatt erfolgen soll) noch nöthig ist, muss natürlich vor der vorstehend beschriebenen Senkrechtstellung des Spaltrohres auf die Instrumentenaxe untersucht werden.

Die Art der Benutzung des Instrumentes ist dieselbe wie bei dem v. Lang'schen Spectrometer, nur dass hier Repetition möglich ist.

Bei Messung der Ablenkung eines Lichtstrahles durch Spiegelung oder Brechung wird der Nonienkreis *P* durch die Schraube *g* festgeklemmt, nachdem vorher das Prisma, die Platte oder der Krystall auf dem Prismentisch in üblicher Weise aufgestellt ist. Der Theilkreis wird durch die Klemmschraube *f* mit dem Beobachtungsfernrohre *H* verbunden und zuerst auf den directen, sodann auf den abgelenkten Strahl eingestellt (oder in umgekehrter Reihenfolge). Die Einstellung auf den directen Strahl muss natürlich vor Aufstellung des Objectes erfolgen oder nach Fortnahme desselben, so dass hier Repetitionen der Messungen ausgeschlossen sind. Die feine Einstellung erfolgt nach Anziehen der Klemme *e* durch die Mikrometerschraube *e'*. Soll das Prisma vorher ins Minimum der Ablenkung gestellt werden, so geschieht solches natürlich mit gelöster Schraube *g*, oder wenn bereits die Richtung des directen Strahles bestimmt ist und in Folge dessen der Nonienkreis nicht mehr gedreht werden darf, durch Drehen das Prismentisches oder auch des Prismas allein.

Bei Messung von Linienabständen im Spectrum wird bei festgeklemmten Nonienkreis das Beobachtungsfernrohr mit dem Theilkreise bewegt und nach Lösung der beide mit einander verbindenden Klemme *f* allein zurückgedreht, so dass hier Repetitionen stattfinden können.

Sollen Winkel an Prismen oder Krystallen gemessen werden, so werden diese, beziehungsweise das Beobachtungsfernrohr erst wie üblich so eingestellt, dass ein Spiegelbild des Spaltes das Fadenkreuz deckt, und sodann die Klemmen *e* und *f* angezogen, so dass Fernrohr und Theilkreis fest mit dem Stativ verbunden sind. Hierauf wird der Nonienkreis mit dem Prismentisch gedreht, bis das Spiegelbild an der zweiten Fläche wieder im Fadenkreuz eingestellt ist. Die feine Einstellung kann hier nach Anziehen der Klemme *h* durch die Mikrometerschraube *h'* bewirkt werden. Zur Wiederholung der Messung löst man nun die Fernrohr und Theilkreis verbindende Klemme *f* und dreht den Theilkreis mit dem Nonienkreis in die Anfangsstellung zurück, hierbei zur feinen Einstellung nach Wiederanziehen der Klemme *f* die Mikrometerschraube *f'* benutzend.

Das im Obigen beschriebene Instrument hat vor dem Meyerstein'schen

Spectrometer den Vortheil, dass die zwei Theilkreise desselben durch einen einzigen ersetzt sind, sowie dass zu allen Arbeiten das Beobachtungsfernrohr in seinen Lagern bleibt und nicht mit verschiedenen Trägern verbunden zu werden braucht, welche beiden Vorzüge auch das Spectrometer von V. v. Lang besitzt; vor dem letzteren zeichnet sich das beschriebene Instrument dadurch aus, dass der Theilkreis nicht fest mit dem Beobachtungsfernrohre verbunden und in Folge dessen das Repetitionsverfahren möglich ist.

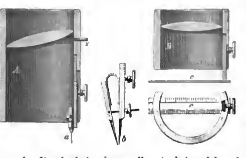
Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Das Präcisions-Reisszeug.

Von Landmesser **J. Lehrke** zu Cassel.

Das Präcisionsreisszeug besteht aus einer 2 bis 4 cm langen cylinderförmigen Metall- oder Hornlupe von 1 bis 2maliger Vergrösserung, mit 2 bis 3 cm Durchmesser, an deren Mantel eine Vorrichtung zum Einschieben und Befestigen einer Copirnadel, eines Stellzirkels u. s. w. vorhanden ist, sowie aus den einzuschiebenden Reisszeugsbestandtheilen.

Während jetzt der Baumeister bei der Verwendung des Millimeterpapieres Lupe und Nadel getrennt handhaben muss, während der Landmesser beim Gebrauche eines prismatischen Maassstabes das Kartiren an feinen Theilungen höchstens nachträglich mit dem Vergrösserungsglas auf seine Richtigkeit hin prüfen und die Stichpunkte mit der Nadel zu berichtigen d. h. von Neuem mit unbewaffnetem Auge einzustechen versucht, während der Graveur den Grabstichel schräg in der einen und die Lupe in der anderen Hand halten oder unter einer auf drei Füssen stehenden grossen Lupe arbeiten muss, ist durch eine feste Verbindung der Lupe und der Nadel u. s. w. die Möglichkeit gegeben, mit einer Hand direct mit und unter der Glaslinse zu zeichnen. In nebenstehender Figur ist eine derartige



Lupe im Durchschnitt dargestellt, A, bei welcher das Glas schräg eingesetzt ist, damit die Nadelspitze a im Brennpunkt liegt und das Gesichtsfeld erweitert wird. Eine weitere Erklärung dürfte überflüssig sein, da die höchst einfache Einrichtung aus der Zeichnung deutlich hervorgeht. Bemerkt sei nur, dass der etwas hervorragende Stift s neben dem Glase deshalb anzubringen ist, um das Herunterfallen des auf einer geneigten Zeichenfläche ruhenden Instrumentchens zu verhindern.

Architekten und Ingenieuren wird ein kleiner Stellzirkel b, welcher Längen bis zu 2 cm fasst, zur Auftragung paralleler Breiten, zur Anfertigung verjüngter Maassstäbe u. s. w. willkommen sein, wenn derselbe an Stelle der Nadel eingeschoben wird; desgleichen wird bei der Berechnung von Querprofilen auf graphischem Wege, zur Ablesung von Parzellenbreiten, zwecks Flächenberechnung oder Kartenrevisionen, ein 3 cm langes Elfenbeinmaassstäbchen feiner Theilung von prismatischer Form c unter einer Lupe B gute Dienste thun können, nur muss hier das Glas rechtwinklig zur Cylinderaxe stehen.

Für Zeichner dürfte eine Parallelziehfeder (ähnlich der Figur b) die mehrere Striche gleichzeitig mit feinster Einstellung parallel giebt, oder eine Zeichenfeder, mit welcher die kleinsten Signaturen (z. B. Grenzsteine) und Zahlenschriften sauber und exact zur Dar-

stellung kommen, die ähnlich wie die Nadel *a* zu befestigen ist und bei welcher der Cylinder zugleich als Federhalter dient, eine langersehnte Erleichterung bieten.

So wird man noch eine ganze Reihe von Instrumenten mit der Lupe verbinden können; z. B. werden Naturforscher ein kleines Messer oder eine Druckscheere unter dem Glase recht gut zu verwenden wissen.

Um Verletzungen durch das Instrumentchen zu vermeiden, lege man stets den Cylinder um; ausserdem empfiehlt es sich, auf den äusseren Mantel der Fassung, welche zweckmässig schwarz lackirt wird, weisse Warnungspfeile in der Richtung der Instrumentenspitzen anzubringen, da sonst die Augen durch unvorsichtige Handhabung leicht gefährdet werden.

Referate.

Grundsätze für die Construction von Festigkeitsprüfungs-Apparaten für Papier.

Von Ing. A. Martens. *Papierzeitung 1886. No. 40.*

Nachdem auf Beschluss des Königl. Preuss. Staatsministeriums die Behörden angewiesen worden sind, in Zukunft nur solches Papier für den amtlichen Verkehr zu verwenden, das bestimmten Anforderungen bezüglich seiner Dimensionen, Dehnbarkeit, Festigkeit u. s. w. entspricht, ist die Papierindustrie mehr wie früher gezwungen, sich von der Güte und Zuverlässigkeit ihres Fabrikates zu überzeugen. Nun giebt es aber nach Verf. unter den vorhandenen Prüfungsapparaten keinen, der in Bezug auf Billigkeit, Zweckmässigkeit und Zuverlässigkeit den Interessenten zur allgemeinen Verwendung als Controlapparat empfohlen werden könnte. Verfasser, welcher in seiner amtlichen Thätigkeit als Vorsteher der mechanisch-technischen Versuchsanstalt in Charlottenburg den Gegenstand zu untersuchen hatte, macht daher die Mechaniker auf diesen Umstand aufmerksam und theilt die Grundsätze mit, nach welchen derartige Prüfungsapparate zu construiren sind.

Um für alle praktischen Bedürfnisse auszureichen, muss der Apparat zur Untersuchung von Probestreifen von 50 bis 250 mm Länge eingerichtet sein. Diese Streifen sind erstens einer Kraftmessung, zweitens einer Dehnungsmessung zu unterziehen. — Für die Kraftmessung werden folgende Grundsätze aufgestellt: die Kraft, sowie die Reibungswiderstände, welche zufolge der Construction des Apparates noch Einfluss auf die Messung haben können, müssen bis auf 1 bis 1,5% genau gemessen werden können. Der kraftmessende Theil des Apparates muss jederzeit leicht und zuverlässig untersucht werden können, vielleicht durch angehängte oder aufgesetzte Gewichte. Eine Kraftleistung des Apparates bis zu 25 kg genügt den gewöhnlichen Bedürfnissen der Praxis. Die Bestimmung bezw. die Ablesung der stattgefundenen Kraftäusserung muss mindestens bis auf 0,01 der zum Zerreissen des Probestreifens erforderlichen Kraft geschehen. Die Zunahme der Belastung des Streifens muss ohne Sprung stetig geschehen, um eine vorzeitige Zerstörung des Streifens zu verhindern. Die bis zum Bruch des Probestreifens erreichte grösste Kraftleistung muss an einer Scale abgelesen werden können. Von einer automatischen Registrirung des Resultates ist zunächst abzusehen. — Für die Messung der Dehnbarkeit werden folgende Grundsätze entwickelt. Die Dehnung kann bei Anwendung sorgfältig ausgeführter Einspannvorrichtungen durch die Messung der gegenseitigen Verschiebung derselben erfolgen. Diese Verschiebung wird am Besten an einer Scale abgelesen, die einerseits nach Millimetern, andererseits nach Procenten der Dehnung, bezogen auf einen normalen Probestreifen von 180 mm Länge, getheilt ist. Wünschenswerth ist, dass bei Beginn der Prüfung die Länge des Probestreifens zwischen den Einspannstücken abgelesen werden kann. Die Einspannstücke dürfen den Streifen in keiner Weise beschädigen; sie müssen ein völlig gerades Einspannen des Streifens gestatten, so dass seine Mittellinie mit der Kraftmittellinie des Apparates zusammenfällt; es darf kein Gleiten des Streifens in den Backen der Einspannvorrichtung stattfinden; die Schliessung und Oeffnung der Einspannbacken

muss schnell und sicher, wenn möglich durch einen einzigen Griff, stattfinden. — Zu beachten ist noch, dass alle diejenigen Theile, welche durch das plötzliche Aufhören der Kraftäusserung im Streifen beim Bruch desselben heftigen Erschütterungen ausgesetzt sind, mit Sicherheitsvorkehrungen versehen werden müssen. *W.*

Apparate zur Bestimmung des Hämoglobingehaltes des Blutes.

Von Hénocque. *Compt. Rend.* **103.** *S. 817.* (Vgl. auch: *Notice sur l'hématoscope d'Hénocque.* Monographie. Paris, G. Masson.)

Zur Bestimmung des Hämoglobingehaltes des Blutes werden meist Blutlösungen untersucht. Verf. benutzt zu diesem Zwecke das unvermischte Blut und bedient sich einer Vorrichtung, die er *Hematoskop* nennt und die in ähnlicher Form schon früher zur Untersuchung anderer Flüssigkeiten Verwendung gefunden hat. — Zwei gewöhnliche Glasplatten werden so zusammengestellt, dass sie sich an der einen Seite berühren, während sie an der anderen um 300 Mikron — in den oben angegebenen Quellen ist irrthümlich 30 Mikron angegeben, ein Irrthum, der auch in eine deutsche Fachzeitschrift übergegangen ist — von einander abstehen; dies ist dadurch erreicht, dass an der unteren Platte Messingfassungen befestigt sind, in welche die obere mit etwas Reibung eingeschoben wird. Der so gebildete keilförmige hohle Raum wird mit einigen Tropfen des zu untersuchenden Blutes gefüllt und da die Dicke der Schicht von 0 bis 0,3 mm wächst, so variirt auch die Färbung der Flüssigkeit vom hellsten bis zum intensivsten dunklen Roth; der prismatische Raum ist seiner ganzen Längenausdehnung nach durch eine auf der oberen Platte angebrachte Millimetertheilung in 60 Theile getheilt, so dass die Dicke der Schicht pro Millimeter um 5 Mikron wächst; man hat also für eine bestimmte Lage die Angabe der Millimeterscale nur mit 5 zu multipliciren, um die Dicke der Schicht an der betreffenden Stelle zu erhalten. Bei der Untersuchung wird der Glaskeil auf eine weisse Emailleplatte gebracht, welche gleichfalls eine Millimetertheilung (von 1 bis 60) trägt, auf welche der Glaskeil so gelegt wird, dass die Endpunkte coincidiren; ausserdem ist noch eine empirische Scale aufgetragen, welche in Procenten den Hämoglobingehalt pro 100 Gramm angiebt. Man betrachtet nun durch das im Glaskeil befindliche Blut diese letztere Scale; je nach der Qualität und dem Hämoglobingehalte des Blutes wird die empirische Scale schwächer und schwächer durchscheinen, bis die Blutschicht bei einer bestimmten Dicke undurchsichtig wird. Man ermittelt dann aus der Millimetertheilung die Dicke dieser Schicht und erhält aus der zuletzt sichtbar gewesenen Zahl der empirischen Scale den Hämoglobingehalt des Blutes in Procenten pro 100 Gramm. Die Vorrichtung kann bei diffusem Tageslicht als auch bei künstlicher Beleuchtung angewendet werden; letztere, welche auch Gebr. Mittelstrass bei einer ähnlichen zur Milchuntersuchung dienenden Vorrichtung verwenden, ist wohl vorzuziehen, da die Intensität des diffusen Tageslichtes variirt und die Durchscheinungsfähigkeit der Flüssigkeit doch auch von der Intensität des Lichtes abhängt.

Zur spectroskopischen Untersuchung des Blutes wird die beschriebene Vorrichtung in mehreren Modificationen mit einem Spectroskop verbunden. Verf. hat zu diesem Zwecke den Optiker Herrn E. Lutz in Paris zur Construction mehrerer *Hematospectroskope* veranlasst, die an sich nichts Neues bieten, deren Construction aber doch kurz erwähnt werden soll. In der einfachsten Form wird ein Spectroskop *à vision directe* auf einen der beschriebenen Glaskeile gerichtet; letzterer ruht auf einer Platte, die mittels Hülse und Klemmschraube an beliebiger Stelle eines cylindrischen Stativs festgeklemmt werden kann; der Glaskeil liegt lose auf der Platte und kann an passender Stelle durch zwei Federn festgehalten werden; die Platte hat eine centrische Durchbohrung, durch welche von einem unten angebrachten Spiegel Licht auf den Keil fällt und die zu untersuchende Flüssigkeit durchdringt; das Spectroskop ist an demselben cylindrischen Stativ befestigt, welcher den Glaskeil trägt. In einer späteren Form des Apparates ist das Spectroskop um ein Charnier drehbar gemacht, so dass es sowohl vertical auf den Glaskeil, als auch horizontal auf eine in einem Glascylinder befindliche Controlflüssigkeit gerichtet werden kann; letzterer Cylinder ist am Fusse des Instrumentes auf

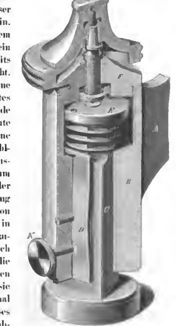
einem Schlitten angebracht und kann innerhalb gewisser Grenzen dem Spectroskop genähert und von ihm entfernt werden. Eine dritte, für Laboratorien und Unterrichtszwecke geeignete Modification erlaubt dem Spectroskop jede beliebige Neigung einzunehmen; ausserdem kann dasselbe längs des Glaskeiles mikrometrisch verschoben werden und endlich wird im Gesichtsfelde des Spectroskopes ein Vergleichsspectrum entworfen. — Wie weit sich die beschriebenen Instrumente in der Praxis bewähren werden, entzieht sich noch dem Urtheil, doch ist zu hoffen, dass der Verf. weitere Mittheilungen hierüber der wissenschaftlichen Welt nicht vorenthalten wird.

W.

Die Mikrometerbewegung an den neueren Zeiss'schen Stativen.

Von Dr. S. Czapski. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie.* **3.** *S. 207.*

In den letzten Jahren sind mehrfach Constructionen veröffentlicht worden, welche die Verbesserung der Feinbewegung des Tubus von Mikroskopen anstrebten. Auch die Zeiss'sche Werkstatt hat nach dieser Richtung hin Versuche angestellt. Das Resultat derselben ist eine Construction, die nach längerer Erprobung im innern Werkstattgebrauch nunmehr für die grösseren Stative in Anwendung gebracht wird; eine kurze Beschreibung dieser Construction wird für unsere Leser von Interesse sein.



Ein dreiseitiges massives Prisma *C* ist mit dem Objecttisch fest verschraubt; an ihm führt sich ein entsprechend ausgebohrtes Hohlprisma *B*, dass seinerseits mit dem Tubusträger *A* in festem Zusammenhange steht. Die Vollkommenheit der Führung wird durch eine Messinglamelle *D* vermittelt, welche mittels eines Stiftes an dem Hohlprisma befestigt ist und die dritte, federnde Innenseite dieses letzteren bildet. Das ersterwähnte massive Prisma ist an seinem oberen Ende auf eine Länge von etwa 15 mm stark abgekantet, das Hohlprisma *B* an der entsprechenden Stelle cylindrisch ausgehöhlt, so dass in dem so gebildeten Zwischenraum für eine Spiralfeder Platz gewonnen ist. Diese Feder stützt sich unten gegen die durch die Aushöhlung entstandenen ebenen Segmente des Hohlprismas; von oben wird sie durch den vorstehenden Rand einer in das massive Prisma eingeschraubten Platte *E* zusammengehalten. Das Hohlprisma selbst ist oben durch ein Messingstück *F* geschlossen, in welchem sich die Mikrometerschraube befindet. Letztere hat oben einen glockenförmigen Kopf; an ihrem unteren Ende ist sie durch eine kleine Gegenmutter davor geschützt, einmal aus Versehen ganz herausgedreht zu werden; dieses untere Ende der Schraubenspindel ist halbkugelig abgerundet und stützt sich gegen die eben abgeschliffene Oberfläche eines glasharten Stahlcylinders, der in die im massiven Prisma eingeschraubte Platte *E* fest eingelassen ist. Der Spielraum für die Bewegung der Schraube ist nur 5 mm, was für alle praktischen Zwecke genügen dürfte. — Eine an der Rückwand des Hohlprismas angebrachte Klemmschraube *K* dient dazu, das Prisma in beliebiger Lage, z. B. beim Transport, festzuklemmen und so den Schraubenmechanismus gegen gewaltsame Einwirkungen zu schützen.

Der Apparat functionirt in folgender Weise: Die Mikrometerschraube bleibt bei ihrer Drehung an derselben Stelle, gegen das massive Prisma gestützt. Die Mikrometermutter dagegen gleitet über die Schraube hin und hebt oder senkt den fest mit ihr verbundenen Tubusträger. Das Eigengewicht des letzteren wirkt der Hebung entgegen und

vertritt die Stelle der sonst meist angewandten starken Spiralfeder. Die schwache Spiralfeder des Apparates functionirt in gleichem Sinne wie das Eigengewicht des Tubusträgers und dient dazu, letzteres zu ersetzen, wenn der Obertheil des Mikroskopes horizontal gestellt ist. Damit einer rechtsseitigen Drehung des Schraubenkopfes eine Senkung des Tubus entspreche, hat die Mikrometerschraube ein linkes Gewinde. *W.*

Verbindung der Eisenconstructionen eines Hauses mit dem Blitzableiter.

Comptes Rendus. 103. S. 1109.

Auf Anfrage des französischen Cultusministers bei der Akademie der Wissenschaften, ob es nöthig sei, die in einem Hause vorhandenen grösseren metallenen Constructionen, wie eiserne Träger, eiserne Treppen, Gas- und Wasserleitungsröhren u. s. w. mit dem Blitzableiter in leitende Verbindung zu setzen, was oft nicht ohne bedeutende Kosten möglich sei, hat sich eine zur Prüfung dieser Frage gebildete Commission bejahend ausgesprochen. Anderenfalls könne ein Blitzableiter leicht gefährlich werden; gähe es auf einem Gebäude mehrere Blitzableiter, so seien die Eisenmassen womöglich mit mehreren der nächstbefindlichen zu verbinden. Vorausgesetzt sei, dass der Blitzableiter selbst sich in untadelhaftem Zustand befinde und dass das Grundwasser, mit dem er in Verbindung stehe, im Laufe des Jahres nie verschwinde. *Kn.*

Neu erschienene Bücher.

Vierstellige Logarithmisch-Trigonometrische Tafeln. Von Prof. Dr. Th. Wittstein. Zweite Aufl. 20 S. Hannover, Hahn.

Dass vierstellige Logarithmen eine noch viel weitere Anwendung verdienen, als sie jetzt erfahren, ist schon von mehreren competenten Rechnern hervorgehoben worden.

Die vorliegende kleine Sammlung von Tafeln zeichnet sich vor manchen anderen z. B. der Bremiker'schen durch den unvergleichlich viel besseren Druck aus. In der neuen Auflage ist wie in der Bremiker'schen Tafel die nachahmenswerthe Einrichtung getroffen worden, ausser den Logarithmen der Zahlen 10 bis 99 (mit zweistelliger Haupt-Mantisse) noch eine Tafel der Logarithmen von 100 bis 189 (mit dreiziffriger Mantisse) beizufügen, so dass die Logarithmen dieser Zahlen, welche wegen der grossen Differenzen sonst sehr unsicher sind, nun mit derselben Genauigkeit und selbst geringerer Mühe abgelesen werden können, als die der höheren Zehner, 80 bis 99. Ausserdem sind Proportional-Täfelchen hinzugefügt worden. *Cz.*

W. Behrens. Tabellen zum Gebrauch bei mikroskopischen Arbeiten. Braunschweig. H. Bruhn. M. 2,40.

C. Jelinek. Psychrometer-Tafeln für das hunderttheilige Thermometer. Leipzig. Engelmann. M. 3,00.

E. van Aubel. Quelques mots sur la transparence du platine, et des miroirs de fer, nickel, cobalt obtenus par l'électrolyse. Bruxelles. M. 0,60.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Cycloidenschreiber. Von F. Schäffer in Eisenach. No. 38024 vom 6. Juli 1886.

Wird der Kegel *c* mittels des Schiebers *b* an dem durch eine Feder angedrückten Lineal *s* entlang gerollt, so zeichnet der im Arm *m* befestigte Schreibstift *n* die Cycloide auf. Der obere Kegeldrehzapfen, welcher in dem Steg *h* befestigt ist, der die an dem Schieber *b* befestigten Säulchen *g* und *f* (Fig. 2) mit einander verbindet, ist nämlich mit dem durch *h*

verstellbaren Kurbelzapfen k versehen, der den Arm m bewegt, und der letztere ist mittels des um die Axe des Säulchens f beweglichen Lenkers i parallel geführt. Der Lenker i ist in gleicher

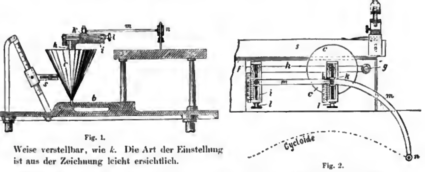


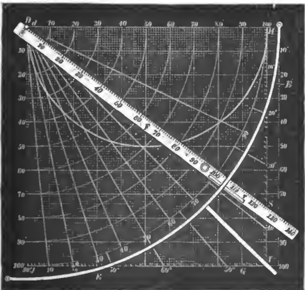
Fig. 1.

Fig. 2.

Weise verstellbar, wie k. Die Art der Einstellung ist aus der Zeichnung leicht ersichtlich.

Rechenapparat von Ph. Claudel in Véeoux, Frankreich. No. 37922 vom 25. Juni 1886.

Der Apparat besteht aus dem quadrillirten Quadrat $DHJj$ und dem um d drehbaren Lineal F, welches in der jeweiligen Stellung durch Reibung festgehalten wird. Hierzu dient die Schleiffeder r, welche gegen den mit dem Stützarm G versehenen Bogen E drückt. Mit Hilfe dieses Apparates sollen Multiplicationen, Divisionen u. dergl. ausgeführt, trigonometrische Functionen bestimmt werden u. a. m. Die Figur zeigt die Stellung des Lineales für Multiplicationen mit dem



Factor 8 (das Product wird auf DH abgelesen), und für die Ablesung der trigonometrischen Functionen des Winkels von 37°. (Vergl. die Kl. Mitth. auf S. 163 des Jahrganges 1885 dieser Zeitschrift.)

Für die Werkstatt.

Härtemittel. Von Fr. Kick. Technische Blätter. 1886. S. 169.

Mittel zum Schweissen und Härten von Stahl werden häufig mitgetheilt, gewöhnlich jedoch, gewissermaassen als Geheimmittel, ohne Angabe der Zusammensetzung. Verfasser hat an der

oben angegebenen Stelle einige Mittel, sowie deren Zusammensetzung angegeben, über die einige Notizen nicht ohne Interesse sein werden.

Beim Schweissen kommt es darauf an, die beim Glühen oxydirten Oberflächen rein metallisch aneinander zu fügen; dies geschieht durch das Dazwischenbringen von Substanzen, welche sich mit dem entstandenen Oxyde (Eisenoxydoxydul) zu einer leichtflüssigen Schlacke verbinden, die dann durch Hammerschläge herausgepresst wird. — Beim Härten dagegen hat jedes Mittel den Zweck, einerseits die durch längeres Glühen unter Zutritt des Sauerstoffes der Luft eintretende stärkere Oxydation und Entkohlung der Oberfläche zu verhindern oder gar eine weitere Aufnahme von Kohlenstoff zu vermitteln, andrerseits die Art und Geschwindigkeit der Abkühlung — meist durch die Härteflüssigkeit — zu regeln.

Da unsere Fachgenossen im Allgemeinen mit dem Schweissen wenig zu thun haben, würde eine Aufzählung der hierauf bezüglichen Mittel zu weit führen und es muss in dieser Hinsicht auf die angeführte Stelle verwiesen werden.

Die Mittel zum Härten von Stahl bestehen sämmtlich der Hauptsache nach aus Substanzen, welche die Kohlung des Stahls erhalten und erhöhen, nämlich organischen Substanzen (Fette, Harze, Klauenpulver, Hornspäne) oder Blutlaugensalz, einzelne mit Beimengungen von Salpeter und Salmiak, wohl um die Mittel am Stahl bis zum Ablöschen festzuhalten oder durch Verdampfung (Salmiak) die Oxydation zu vermindern. Dazu treten noch bei einigen Härtewassermischungen, welche aus Lösungen verschiedener Salze bestehen. Ueber die Vorzüge dieser zusammengesetzten vor den längst angewendeten einfachsten Mitteln fehlen Mittheilungen aus der Erfahrung.

In den Werkstätten für Feinmechanik wird zur Herstellung von Werkzeugen, Drehstählen und anderen Gegenständen, die durchweg hart sein müssen, Gussstahl guter Qualität verarbeitet und die Härtung in Holzkohlenfeuer vorgenommen, so dass bei richtiger Handhabung des Pochers oder Gebläses, sowie der Kohlenpackung, vor allem aber bei Vermeidung zu hoher oder ungleicher Erwärmung eine gute Härtung auch ohne Härtemittel in reinem Wasser erzielt werden kann. Die Erfahrung jedes Werkstattinhabers aber lehrt, dass von vielen anstehenden Mechanikern in den genannten Punkten grobe Fehler gemacht werden und dass besonders Drehstähle, von deren Härte und Zähigkeit die quantitative Leistung an der Drehbank in hohem Grade abhängt, oft mehr oder weniger, besonders an den Spitzen verbrannt sind und, um überhaupt benutzbar zu sein, stark angelassen werden müssen. Man kann aber Stähle, welche bei der, der betreffenden Stahlsorte zukommenden **niedrigsten** Härtetemperatur gehärtet sind, glashart verwenden. Sie haben in diesem Zustande einen sehr hohen Grad von Festigkeit und Zähigkeit. Ein sehr einfaches Mittel, um eine gleichmässige Glashärte bei möglichst niederer Härtetemperatur zu erzielen, den Stahl vor Oxydation, Entkohlung und erheblich ungleicher Erwärmung verschiedener Theile zu schützen, lässt zugleich ohne Weiteres erkennen, ob und wie weit die völlige Härtung stattgefunden hat. Das Mittel ist vom Ref. namentlich auch beim Härten feinerer Werkzeuge mit Spitzen und Erhöhungen, wie Gewindebohrer u. s. w. mit stets gutem Erfolge angewendet und besteht in der Umhüllung des zu härtenden Gegenstandes mit einem dickflüssigen Brei von grobem Roggenmehl und Kochsalz. Man taucht die Gegenstände hinein und erwärmt sie über der Lampe, bis sich eine braune Kruste bildet. Bringt man sie dann in Kohlenfeuer, so werden die hervorragenden Ecken, Spitzen und Schneiden durch den schlecht leitenden porösen, aber fest haftenden Ueberzug gegen zu schnelle und hohe Erwärmung sowie gegen Oxydation und Entkohlung geschützt. Das Ablöschen erfolgt in einer starken Kochsalzlösung und der Stahl erscheint, soweit die Härtung reicht, weissgrau, der Ueberzug ist hier abgesprungen. Schneidewerkzeuge kann man nach gehöriger Schärfung ohne Weiteres in Gebrauch nehmen. Gewindebohrer, die im Allgemeinen sehr stark beansprucht werden, lässt man schwach an.

Selbstredend sind bei Härtung von Gegenständen, bei welchen es weniger auf hohe Härte als auf grosse Elasticität ankommt (Federn u. s. w.), sowie bei Härtung sehr dünner Gegenstände andere Methoden der Erwärmung und des Ablöschens (Abbrennen in Oel, Abkühlen in Oel u. s. w.) am Platze, besonders da, wo es sich nicht um Härtung grösserer Mengen handelt. Für die Härtung einer grösseren Zahl kleiner Gegenstände würde immer das Einsetzen derselben in geschlossene Büchsen mit Kohlenpulver oder Lederkohle vorzuziehen sein. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Lange jetzt Otto Lange in Berlin NW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

VII. Jahrgang. **Juli 1887.** Siebentes Heft.

Ueber Fernrohrobjective.

Von

Ingenieur **C. Moser** in Berlin.

In Fachschriften erscheinen von Zeit zu Zeit Publicationen, durch welche neue Constructionen von Fernrohrobjectiven vorgeschlagen werden. In den meisten Fällen stellen sich diese neuen Constructionen als schon früher gemachte Vorschläge heraus[1]), die in Folge von irgend welchen denselben anhaftenden Mängeln sich nicht in der praktischen Optik eingebürgert haben. Es wird daher nicht überflüssig sein, die hauptsächlichsten im Laufe der Zeit gemachten Vorschläge zusammenzustellen und eine Prüfung der so bestimmten Objectivconstructionen auf ihre wesentlichen Eigenschaften zu ermöglichen. Indem dies in nachstehendem Anfsatz geschieht, werden zugleich dem Optiker die Mittel geboten, für irgend welche Gläser sowohl jeden dieser Constructionstypen zu reconstruiren, als auch ganz neue beliebig viele Einzellinsen enthaltende Formen zu errechnen, welche durch die jeweilige Wahl der Bedingungen, denen genügt werden soll, bestimmt sind.

Die mathematische Natur der Anfgabe, einen Constructionstypus zu bestimmen, erfordert eine Gleichheit der Anzahl der disponiblen Elemente und der Anzahl der zu erfüllenden Bedingungen. Es sind zunächst diese disponiblen Elemente und die zu erfüllenden Bedingungen näher ins Auge zu fassen.

Die dem Optiker zur Verfügung stehenden Elemente sind von dreierlei Art, nämlich:

1. die Linsenradien,
2. die Oerter der brechenden Flächen, d. i. Linsendicken und Abstände,
3. die Linsensubstanzen.

Den grössten Spielraum in der Wahl gestatten die Linsenradien, welche alle beliebigen Werthe zwischen $-\infty$ und $+\infty$ annehmen können. Nur die in sehr grosser Nähe von 0 gelegenen Werthe gestatten keine Verwerthung in der Praxis, da sie unter sonst gleichen Umständen zu kleine Linsendurchmesser, also zu geringe Helligkeit der Bilder mit sich führen würden. Man hat als kürzesten zulässigen Radius den Werth $^1/_{15}$ der Brennweite des Objectivs eingeführt, doch dürfte in den meisten Fällen sich ein solcher Radius schon als zu kurz erweisen, und es lässt sich mit allgemeiner Giltigkeit keine derartige Verhältnisszahl für die Zulässigkeit eines Radius festsetzen. Vielmehr ist in jedem speciellen Falle nach erfolgter Bestimmung der Radien noch eine besondere Untersuchung zur Festsetzung der grössten zulässigen Linsendurchmesser erforderlich.

[1]) Vergl. das Referat im Septemberheft d. vorigen Jahrg. dieser Zeitschr. 1886. S. 317.

Viel beschränkter ist der Spielraum in der Wahl der Dicken und Abstände. Diese müssen zunächst immer positives Vorzeichen haben, denn die einzelnen brechenden Flächen müssen im Sinne der Fortbewegung des Lichtes aufeinanderfolgen. Sieht man ferner von dem dialytischen Objectiv ab, welches in Nachstehendem nicht berührt werden wird, so sind ausserdem aus mehrfachen, hier nicht näher zu erörternden Gründen die zur Verfügung stehenden Dicken und Abstände nur kleine. Dieselben können beim Fernrohrobjectiv eine Ordnung tiefer als die Durchmesser oder zwei Ordnungen tiefer als die Radien vorausgesetzt werden. Da nun in den strengen dioptrischen Formeln, welche die Eigenschaften des Objectivs bestimmen, Radien und Dicken neben einander in gleichen Potenzen auftreten, so folgt, dass beim Fernrohrobjectiv auf diese Eigenschaften in erster Linie nur durch die Radien eingewirkt werden kann.

Die Wahl der Linsensubstanzen ist gleichbedeutend mit einer Wahl der Brechungs- und Dispersionsverhältnisse. Hier ist das Intervall, innerhalb dessen gewählt werden kann, ebenfalls ein sehr beschränktes. Zieht man als Linsensubstanz bloss optische Gläser in Betracht, so kann nach dem Jenaer Katalog der Brechungsindex für den hellsten Strahl jeden beliebigen Werth zwischen $+1{,}5$ und $+2{,}0$ annehmen. Ist einmal dieser Brechungsindex fixirt, so ist nochmals ein weit kleinerer Spielraum in der Wahl des Brechungsindex für eine zweite Farbe gestattet. Ist auch dieser bestimmt, so ist abermals ein kleineres Intervall für die Wahl des Brechungsindex einer dritten Farbe und hiernach endlich ein wieder kleineres Intervall für die Wahl des Brechungsindex einer vierten Farbe vorhanden. Durch die Brechungsindices von vier Farben oder durch die vier Constanten einer entsprechenden Dispersionsformel aber ergeben sich die Brechungsverhältnisse aller übrigen Farben bei einem optischen Glase als Function der Wellenlänge mit einer Genauigkeit bis zu annähernd einer Einheit der fünften Decimale, und es darf angenommen werden, dass unter dieser Grenze liegende Differenzen in den Brechungsverhältnissen die Eigenschaften des Fernrohrobjectivs nicht mehr in praktisch wahrnehmbarer Weise beeinflussen. Man kann also sagen, dass mit jeder Glasart vier willkürliche Grössen in den Brechungsverhältnissen eingeführt werden, und wenn der optische Rechner und der Glasschmelzer einander Hand in Hand arbeiten, so können diese vier Grössen innerhalb der angegebenen Intervalle als vollständig disponibel betrachtet werden. Ausserdem aber führt, wie oben erörtert wurde, jede Linse zwei disponible Grössen in den Radien und zwei disponible Grössen in den Scheitelörtern mit sich, also zusammen acht veränderliche Grössen für jede Linse oder $8k$ veränderliche Grössen für ein System von k Linsen. Zwei Objectivsysteme von je k Linsen können sich also in $8k$ von einander unabhängigen Bedingungen von einander unterscheiden. Natürlich ist hierdurch nicht gesagt, dass ein aus k Linsen bestehendes System thatsächlich auch die Erfüllung von $8k$ beliebig formulirten Bedingungen gestatte, denn dies würde erfordern, dass auch negative Dicken und für jedes Glas für vier Farben beliebig zwischen $-\infty$ und $+\infty$ gelegene Brechungsindices gewählt werden könnten. Es folgt daraus, dass in der Praxis die Erfüllung von $8k$ Bedingungen im Allgemeinen mehr als k Linsen erfordert.

Nach den vorstehenden Erörterungen ist es für die Berechnung eines Linsensystems nicht angezeigt, die Brechungsverhältnisse und Dicken in allgemeiner Weise als Unbekannte einzuführen, deren Bestimmung auf analytischem Wege angestrebt wird, denn ein derartiges Verfahren würde auf unmögliche Werthe für diese Grössen

führen. Vielmehr wird der Rechner nur die Radien in allgemeiner Weise als Unbekannte betrachten und die Zahl der zu erfüllenden Bedingungen von vornherein nur gleich der Zahl der Radien setzen. Wird dann diese Rechnung unter Zugrundelegung verschiedener im Bereiche der Möglichkeit liegender Dicken und Brechungsverhältnisse wiederholt, und werden die jedesmal bestimmten Linsencombinationen auf ihre Beziehungen zu weiteren Bedingungsgleichungen untersucht, so können auf indirectem Wege die Brechungsverhältnisse und Dicken ermittelt werden, welche eine Erfüllung dieser weiteren Bedingungen ermöglichen.

Was nun die an das Linsensystem gestellten Bedingungen selbst anbelangt, so sind dieselben wieder von verschiedener Art, nämlich:

1. fundamentale auf Bildort und Bildgrösse bezügliche,
2. für die Vollkommenheit des Bildes wesentliche,
3. zur Erreichung technischer Vortheile dienende und unwesentliche Bedingungen.

Indem wir nun dazu schreiten, die verschiedenen Bedingungen zu präcisiren und die ihrer Erfüllung entsprechenden Gleichungen anzusetzen, werden wir zunächst die Linsendicken und Abstände als verschwindend klein betrachten. Der Annahme kleiner endlicher Dicken gegenüber entsteht hierdurch keine Einbusse an disponiblen Elementen im Verhältniss zu den unerlässlichen fundamentalen und für die Bildvollkommenheit wesentlichen Bedingungen, da auch die Anzahl dieser Bedingungen eine entsprechend kleinere wird. Dagegen gewinnt auf diese Weise die Rechnung sehr erheblich an Bequemlichkeit und Uebersichtlichkeit, und wir werden später sehen, in welcher Weise den mit den endlichen Dicken hinzutretenden weiteren Bedingungen, deren Erfüllung erforderlich wird, durch Wahl der Dicken Rechnung zu tragen ist und welche Modificationen die für verschwindende Dicken bestimmten Radien erleiden müssen, um den für bestimmte endliche Dicken geltenden Bedingungsgleichungen zu entsprechen.

Bekanntlich schliesst die Kenntniss der Fundamentaleigenschaften eines Linsensystems drei Bedingungen in sich, als welche zweckmässig die Bestimmung der Lage des einen Brennpunktes und der beiden Hauptpunkte gewählt werden. Beim astronomischen Fernrohrobjectiv, wo bloss die in der zweiten Brennebene liegenden Bilder in Frage kommen, genügen schon zwei Bedingungen, etwa die Fixirung der Lage des zweiten Brennpunktes und des zweiten Hauptpunktes. Ist insbesondere das Fernrohrobjectiv ein System unendlich dünner in Contact befindlicher Linsen, so fallen jederzeit die Hauptpunkte mit dem Scheitel des Objectivs zusammen und der Abstand des zweiten Brennpunktes vom Scheitel stellt die zweite Brennweite dar.

Unterscheiden wir in der Reihenfolge, in welcher das Licht die einzelnen Linsen durchläuft, diese Linsen und die Bestimmungselemente derselben durch die Ordnungszeiger 1, 2, 3, u. s. w. (welche den betreffenden Grössen unten rechts angefügt werden und aussagen, dass sich eine Grösse auf die erste, zweite, dritte, u. s. w. Linse bezieht) und bezeichnen wir mit:

n den Brechungsindex der Linse für den hellsten Strahl,

$\frac{1}{r}$ den ersten Radius der Linse,

$\frac{1}{r'}$ den zweiten Radius der Linse,

$\frac{1}{l}$ die zweite Brennweite einer Einzellinse,

$\frac{1}{f}$ die zweite Brennweite des ganzen Objectivs,

so ist bekanntlich für das unendlich dünne Linsensystem:

α) . . . . $l = (n - 1)\ (r - r')$,

1) . . . . $f = \Sigma\ l$,

in welche Summation für jede Einzellinse ein Glied mit entsprechendem Ordnungszeiger einzuführen ist. Die vorstehende Gleichnng 1) stellt die auf die Fundamentaleigenschaften des Objectivs bezügliche Bedingung dar, deren Einführung in die Rechnung unerlässlich ist.

Die Bedingungen, welch edie Vervollkommnung des Bildes bezwecken, zerfallen in Bedingnngen für die Aufhebung der chromatischen und Bedingungen für die Aufhebung der sphärischen Abweichnng.

Die chromatische Aberration für eine bestimmte (vom hellsten Strahl verschiedene) Farbe in Beziehung zum hellsten Strahl ist bestimmt, wenn das Linsensystem für diese neue Farbe ebenfalls in seinen Fundamentaleigenschaften bestimmt ist. Dies erfordert beim nnendlich dünnen Linsensystem die Erfüllung einer weiteren Bedingung. Ist n' der Brechungsindex für die zweite Farbe nnd wird nach Formel α) l' mit n' ebenso gebildet wie l mit n und auch $\Sigma\, l'$ der $\Sigma\, l$ entsprechend, so ist $f' = \Sigma\, l'$ die reciproke Brennweite für diese zweite Farbe und die chromatische Abweichung für dieso Farbo verschwindet, wenn

2) . . . . $\Sigma l - \Sigma l' = 0$.

Die Aufhebung der chromatischen Abweichung für oine dritte Farbe des Brechungsindex n'' erfordert in gleicher Weiso die Erfüllung von

3) . . . . $\Sigma l - \Sigma l'' = 0$,

wenn $\Sigma l''$ conform mit Σl und l'' mit n'' nach Formel α) gebildet wird.

Die Aufhebung der chromatischen Abweichung für eine vierte Farbe würde die Erfüllung einer den vorstehenden analogen Gleichung erfordern, doch wird in der Praxis die Nothwendigkeit der Berücksichtigung einer weiteren Farbengleichnng nicht leicht eintreten, da hoi der strengen Vereinigung von drei zweckmässig gewählten Strahlen die noch bleibenden Ahweichungsüherreste der andern Farben ziemlich unschädlich sein dürften. Zu bemerken ist jedoch, dass das Nebeneinanderbestehen der Gleichnngen 2) und 3) nicht mit allen beliebigen Glasarten, namentlich nicht bei ausschliesslicher Verwendung von Silicatgläsern möglich ist, wenn nicht die Einzellinsen sehr kurze Brennweiten oder die Radien sehr starke Krümmungen erhalten sollen, in welchem Falle eine praktische Verwerthung der errechneten Linsencombination ausgeschlossen ist. Dagegen ist die gleichzeitige Erfüllung der beiden Gleichungen mit ziemlich vielen der nenen Jenaer Gläser möglich, ohne dass der genannte Nachtheil in allzu starkem Maasse auftritt. Insbesondere führt bei einigen dieser Gläser schon eine binäre Linsencombination, welche der Bedingung 2) genügt, dio Erfüllung der Bedingung 3) von selbst mit sich und daher kann hei der Anwendnng solcher Gläser in dem erwähnten Falle von einer Einführung der Gleichung 3) in die Rechnnng abgesehen werden.

Schwieriger als es für die chromatische Abweichung der Fall war, gestaltet sich die Anfstellung der Bedingungsgleichungen für die Aufhebung der sphärischen Abweichung. Es ist hierzu nothwendig, die sphärische Abweichung als Function der n, r, l darzustellen. Die allgemeine (d. i. zur Axe des Linsensystems windschiefe)

Lage des Lichtstrahles macht eine etwas weitläufige Bezeichnung nothwendig. Wir führen ein Coordinatensystem ein, bei welchem die Axe des Linsensystems mit der Axe der Coordinaten zusammenfällt; der Scheitel des Linsensystems bildet den Anfangspunkt in dieser Axe. Eine feste, aber ganz beliebig gelegene durch die Axe gehende Ebene gilt als Anfangsebene. Irgend ein Punkt $P(x, y, \varphi)$ des Raumes ist alsdann durch drei Coordinaten bestimmt, nämlich:

x = Abstand der durch den Punkt im Raume zur Axe senkrecht gelegten Ebene vom Anfangspunkte,
y = directer Abstand des Punktes von der Axe,
φ = Winkel, den y mit der Anfangsebene bildet.

Irgend ein Lichtstrahl wird durch zwei seiner Punkte bestimmt und als solche wählen wir den Punkt $P(x, y, 0)$ in welchem er die Anfangsebene schneidet und den Punkt $Q(0, \eta, \psi)$, in welchem er die durch den Anfangspunkt zur Axe senkrecht gelegte Ebene durchstösst. Endlich wird der Punkt $P(x, y, 0)$ als leuchtender Punkt d. i. Convergenzpunkt eines Bündels einfallender Strahlen angenommen.

Nun sei $P^*(x^*, y^*, 0)$ der nach den Fundamentalgesetzen dioptrischer Systeme zu $P(x, y, 0)$ conjugirte Punkt, welcher mit diesem und der Axe immer in einer Ebene liegt. Der irgend einem einfallenden Strahl PQ entsprechende austretende Strahl wäre in der Bildebene frei von Abweichung, wenn er durch P^* ginge. Dies ist im Allgemeinen nicht der Fall. Der Durchstosspunkt des austretenden Strahles mit der durch P^* zur Axe senkrecht gehenden Ebene hat vielmehr von P^* einen kleinen Abstand ΔS, welcher die lineare Seitenabweichung heisst. Sind η, oder der Abstand des Einfallspunktes von der Axe und $\zeta = y/_x$, oder der anguläre Abstand des leuchtenden Punktes von der Axe kleine Grössen von der ersten Ordnung, so setzt sich ΔS aus Grössen der dritten und höherer Ordnung zusammen, und die Glieder der dritten Ordnung bilden die sogenannte sphärische Abweichung erster Ordnung. Denkt man sich ΔS in zwei zu einander senkrecht stehende Componenten ΔY und ΔZ zerlegt, von denen die erste parallel, die zweite senkrecht zu y gerichtet ist und wird zur Abkürzung:

$$m = \frac{n}{n-1}, \qquad \text{und}$$

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 0 \\ \lambda_2 &= \lambda_1 + l_1 \\ \lambda_3 &= \lambda_2 + l_2 \\ \lambda_4 &= \lambda_3 + l_3 \\ \text{u. s. w.} &\quad \text{u. s. w.} \end{aligned}$$

gesetzt, so ist die sphärische Abweichung erster Ordnung bestimmt durch[1]):

$$\Delta Y = -\frac{x^*}{2}\left\{\eta^3 \cos\psi \Sigma A - \eta^2\zeta\,(1 + 2\cos^2\psi)\,\Sigma B + \eta\zeta^2 \cos\psi\, \Sigma C\right\}$$

$$\Delta Z = \frac{x^*}{2}\left\{\eta^3 \sin\psi \Sigma A - 2\eta^2\zeta \sin\varphi \cos\psi\, \Sigma B + \eta\zeta^2 \sin\psi\, \Sigma D\right\},$$

wo

$$\Sigma A = \Sigma a - \frac{1}{x}\left[4\Sigma b - (\Sigma l)^2\right] + \frac{1}{x^2}\left[2\Sigma C - 3\Sigma l\right],$$

$$\Sigma B = \Sigma b - \frac{1}{x}\left[\Sigma C - \Sigma l\right],$$

[1]) Für die Begründung der nachstehenden Formel muss auf des Verfassers Grundformeln der Dioptrik, Prag 1881 im Verlage der K. K. Ö. Ges. der Wissenschaften, verwiesen werden.

$$\Sigma C = 4\Sigma l - \Sigma \frac{l}{m},$$

$$\Sigma D = \Sigma m l,$$

und

$$a = \left(3 - \frac{2}{m}\right) l r^2 - (3m - 1) l^2 r - 4\left(2 - \frac{1}{m}\right)\lambda l r$$
$$+ m l^3 + (4m - 1)\lambda l^2 + \left(5 - \frac{2}{m}\right)\lambda^2 l,$$

$$b = \left(2 - \frac{1}{m}\right) l r - m l^2 \overset{+}{-} \left(3 - \frac{1}{m}\right)\lambda l$$

zu substituiren ist. Hier ist bei der Bildung der Summationen für jede Linse ein Glied einzuführen, wobei die Grössen n, r, l, λ den Ordnungszeiger der Linse erhalten müssen.

Die Bedeutung der vorstehenden Formel besteht darin, dass die unter den Summationszeichen stehenden Grössen unabhängig von der Lage des leuchtenden Punktes und des einfallenden Lichtstrahles sind, und nur abhängig von den Bestimmungselementen des Linsensystems. Kennt man somit für ein gegebenes System die Werthe dieser Summationen, so bestimmt sich mit grosser Leichtigkeit zu jedem einfallenden Strahl die Abweichung des entsprechenden austretenden Strahles.

Es sollen nun einige specielle Fälle betrachtet werden.

Liegt der leuchtende Punkt in der Axe, so ist $y = 0$ zu setzen und es ergiebt sich für die Seitenabweichung:

$$\Delta S = \frac{x^2}{2}\eta^3 \Sigma A.$$

Dieser Werth verschwindet für jedes η, d. i. für jeden einfallenden Strahl, wenn:

4a) . . . . $\Sigma A = 0$.

Liegt der abzubildende Punkt in der Axe unendlich fern, so ist $x = \infty$, $^1/_x = 0$ und es folgt $\Sigma A = \Sigma a$; die Bedingung, dass der zweite Brennpunkt frei von sphärischer Abweichung erster Ordnung sei, ist somit:

4) . . . . $\Sigma a = 0$.

Denkt man sich bei einem Objectiv, welches im zweiten Brennpunkt frei von sphärischer Abweichung (aplanatisch) ist, den leuchtenden Punkt von seiner unendlich fernen Lage aus nach dem Objectiv zu fortschreitend, so wird das Bild des leuchtenden Punktes nicht mehr abweichungsfrei sein; es wird vielmehr eine sogenannte sphärische Ueber- oder Untercorrection auftreten, je nachdem ΣA einen negativen oder positiven Werth annimmt. An der Bildung des Werthes von ΣA wird nun zunächst das mit der ersten Potenz von $^1/_x$ proportionale Glied hervorragenden Antheil nehmen; erst später wird auch das mit der zweiten Potenz dieser Grösse proportionale Glied erhebliche Beträge annehmen und zuletzt, d. i. wenn der leuchtende Punkt in grosser Nähe des Objectivs anlangt, wird dieses zweite Glied das erstere überwiegen. Verschwindet ausser Σa auch das mit der ersten Potenz von $^1/_x$ proportionale Glied oder ist

5) . . . . $4\Sigma b - (\Sigma l)^2 = 0,$

so ist das Objectiv auch für in der Axe näher als unendlich fern gelegene Punkte als nahezu abweichungsfrei zu betrachten. Verschwände ausserdem auch das von der zweiten Potenz von $^1/_x$ abhängige Glied, oder wäre

6) . . . . $2\Sigma C - 3\Sigma l = 0,$

so würde das Objectiv für alle möglichen beliebig in der Axe gelegenen Punkte frei von sphärischer Abweichung erster Ordnung sein. Für die zur Verfügung stehenden Brechungsverhältnisse jedoch steht die vorstehende Gleichung 6) im Widerspruch mit der Gleichung 2) und es ist daher das Nebeneinanderbestehen dieser beiden Gleichungen in der Praxis ausgeschlossen.

Ermittelt man für ein gegebenes Linsensystem die numerischen Werthe der linker Hand vom Gleichheitszeichen stehenden Polynome der Gleichungen 4), 5), 6) und setzt man dieselben, welche im Allgemeinen von Null verschieden sein werden, in den Werth für ΣA ein, so erhält man einen nach $^1/_x$ quadratischen Ausdruck. Setzt man alsdann $\Sigma A = 0$ und löst die quadratische Gleichung nach x auf, so bestimmen die beiden Wurzeln zwei Lagen des leuchtenden Punktes, für welche die Abweichung in den Bildpunkten verschwindet. Irgend ein Linsensystem hat also (ausser dem Scheitel) zwei Paare von aplanatischen Punkten, welche jedoch nicht immer reell sind. Ist bei einem Linsensystem ein Paar aplanatischer Punkte vorhanden (wie bei jedem astronomischen Fernrohrobjectiv, wo der unendlich ferne Punkt und der zweite Brennpunkt ein solches Paar bilden), so muss unter allen Umständen ein zweites reelles Paar solcher Punkte vorhanden sein.

Für alle Punkte einer zur Axe senkrechten Ebene ist die Abweichung bestimmt, wenn die vier Grössen ΣA, ΣB, ΣC, ΣD bekannt sind, wobei ΣA die Abweichung für den Schnittpunkt der Ebene mit der Axe bestimmt. Ist ausser

$$\Sigma A = 0$$

auch

$$\Sigma B = 0,$$

welche Bedingung für die unendlich ferne Lage der abzubildenden Ebene in

7) . . . . $\Sigma b = 0$

übergeht, so verschwindet in jeder die Seitenabweichung darstellenden Componente (in ΔY sowohl als in ΔZ) das mit der ersten Potenz des Feldes proportionale Glied. Ist diese Bedingung bei einem Fernrohrobjectiv erfüllt, so kann dasselbe für alle in grosser Nähe der Axe gelegenen Bildpunkte als frei von Abweichung angesehen werden.

Ist ausserdem

8) . . . . $\Sigma C = 0,$

so verschwindet in ΔY das mit der zweiten Potenz des Feldes proportionale Glied. Ist endlich auch

9) . . . . $\Sigma D = 0,$

so verschwindet in ΔZ das mit der zweiten Potenz des Feldes proportionale Glied.

Wären bei einem Objectiv gleichzeitig die vier Gleichungen 6), 7), 8), 9) erfüllt, so würden alle Punkte der unendlich fernen Ebene abweichungsfrei abgebildet werden. Es muss jedoch bemerkt werden, dass mit den zur Verfügung stehenden Brechungsverhältnissen die Erfüllung der Gleichungen 8) und 9) nicht gleichzeitig mit der Erfüllung der Farbengleichungen 2) und 3) bestehen kann. Bei einem Objectiv, welches achromatisch sein soll, ist daher die Erfüllung von 8) und 9) ausgeschlossen.

Durch Addition der Gleichungen 6) und 8) erhält man:

$$\Sigma C - \Sigma l = 0.$$

Dies ist aber die Bedingung, dass in dem Ausdruck für ΣB das von der Lage

der abzubildenden Ebene abhängige Glied verschwinde. Diese Bedingung ist also keine von den bisher aufgestellten unabhängige. Daraus folgt aber, dass die Abweichungen ΔY, ΔZ für jede beliebig gelegene Bildebene verschwinden, sobald die sechs Bedingungen 4) bis 9) erfüllt sind. In diesem Falle könnte man von einer Aplanasie des Raumes reden. Nun ist aber leicht ersichtlich, dass die gleichzeitige Erfüllung dieser Gleichungen die Bedingung:

$$\Sigma l = 0$$

in sich schliesst und diese sagt aus, dass die Gesammtbrennweite des Linsensystems unendlich gross werde. In diesem Falle aber ist die Wirkung des Linsensystems die eines unendlich dünnen Parallelglases. Es ist also nicht möglich, mit einem unendlich dünnen Linsensystem eine vollständige Aplanasie des Raumes zu erzielen, ohne dass die optische Wirkung des Systems gänzlich verschwindet.

Die aplanatische Abbildung räumlicher Gebilde von geringer (streng genommen von unendlich kleiner) Ausdehnung erfordert die gleichzeitige Erfüllung von 4), 5) und 7). Auch diese drei Gleichungen schliessen schon die obige Bedingung in sich, welche die Wirkung des Systems aufhebt. Der Optiker kann daher mit einem Objectiv entweder eine Reihe in der Axe gelegener benachbarter Punkte abweichungsfrei abbilden (Gleichung 5) oder aber Aplanasie für seitwärts der Axe gelegene und der Axe benachbarte Punkte einer zu derselben senkrecht stehenden Ebene herstellen (Gleichung 7). Eine Vereinigung beider Eigenschaften ist nicht möglich.

Die Formel der Seite 229 verliert ihre Anwendbarkeit zur Bestimmung der Abweichung eines Bildpunktes, wenn dieser in der Scheitelebene liegt oder von derselben einen nur kleinen Abstand hat. Denn in diesem Falle ist die Lage des durch die beiden in der Anfangsebene und in der Scheitelebene gelegenen Punkte bestimmten Lichtstrahles entweder unbestimmt oder aber doch derart, dass die gemachte Voraussetzung, es bilde derselbe mit der Axe einen spitzen Winkel, im Allgemeinen nicht zulässig ist. Findet jedoch diese Voraussetzung für die die Abbildung bewirkenden Lichtstrahlen statt, so kann die Abweichung für den kritisch gelegenen Bildpunkt aus den Abweichungen für zwei andere Punkte des Strahles ohne Schwierigkeit abgeleitet werden. Ein mit der Axe in einer Ebene liegender Strahl schneide vor dem Durchgang durch das System die Axe im Abstand x vom Anfangspunkt, die Scheitelebene im Abstand η von der Axe, so erhält man nach Seite 229 für die Abweichung ΔS des Durchstosspunktes des austretenden Strahles mit der zweiten Brennebene, wenn $\zeta = \eta/x$, $1/f = F$ gesetzt wird:

$$\Delta S = -\frac{F}{2}\eta^3\left\{\Sigma a - \frac{3}{x}\Sigma b + \frac{1}{x^2}\Sigma C\right\}$$

und in gleicher Weise findet man die Seitenabweichung ΔS_1, die der austretende Strahl im Schnittpunkt mit der Axe hat, wenn $\zeta = 0$ gesetzt wird:

$$\Delta S_1 = -\frac{x^*}{2}\eta^3\left\{\Sigma a - \frac{1}{x}\left[4\,\Sigma b - (\Sigma l)^2\right] + \frac{1}{x^2}\left[2\,\Sigma C - 3\,\Sigma l\right]\right\}.$$

Hiernach aber ist die Abweichung ΔS_0, die der abgelenkte Strahl im Durchstosspunkte mit der Scheitelebene hat:

$$\Delta S_0 = \frac{x^*}{F - x^*}\Delta S - \frac{F}{F - x^*}\Delta S_1\,,$$

oder, wenn die Substitution ausgeführt wird:

$$\Delta S_0 = \frac{\eta^3}{2}\left\{\Sigma b - (\Sigma l)^2 - \frac{1}{x}\left[\Sigma C - 3\,\Sigma l\right]\right\},$$

welcher Ausdruck von Σa unabhängig ist und somit andeutet, dass der Scheitel ein aplanatischer Punkt ist.

Es müssen hier zwei besondere Arten von aplanatischen Punkten erwähnt werden, welche durch die Convergenzverhältnisse der in denselben zusammentreffenden Strahlen charakterisirt sind, und deren Bedeutung zuerst von Herrn Professor Abbe erkannt wurde. Zwei aplanatische Punkte sollen hier aplanatische Bildpunkte genannt werden, wenn der Sinus, den der einfallende Strahl mit der Axe bildet, zum Sinus, den der austretende Strahl mit der Axe bildet, in constantem Verhältniss steht. Zwei aplanatische Punkte sollen dagegen orthoskopische Centra heissen, wenn dieses constante Verhältniss für die Tangenten der entsprechenden Winkel besteht. Im ersteren Falle haben ein- und austretendes Bündel in Bezug auf die Axe gleiches Sinusverhältniss, im letzteren Falle gleiches Tangentenverhältniss.

Für den Sinus, den der eintretende und der austretende Strahl mit der Axe bildet, haben wir in unserer bisherigen Bezeichnungsweise die Ausdrücke:

$$\frac{\eta}{\sqrt{x^2+\eta^2}}\,, \qquad \frac{\eta+\Delta S_0}{\sqrt{x^{*2}+(\eta+\Delta S_0)^2}}.$$

Für das Verhältniss dieser beiden Grössen erhält man durch Reihenentwicklung bei Ausschluss der Glieder höherer Ordnung den Werth:

$$\frac{x^*}{x}\left\{1-\left(\frac{\Delta S_0}{\eta}-\frac{1}{2}\frac{\eta^2}{x^2}+\frac{1}{2}\frac{\eta^2}{x^{*2}}\right)\right\},$$

und dieser ist constant, wenn der in die innere Klammer gesetzte Ausdruck verschwindet, d. i. wenn

$$\Delta S_0=\frac{\eta^3}{2}\left(\frac{1}{x^{*2}}-\frac{1}{x^2}\right) \qquad \text{oder}$$

$$=\frac{\eta^3}{2}\left\{(\Sigma l)^2-\frac{2}{x}\,\Sigma l\right\}.$$

Durch Einführung dieses Werthes in den allgemeinen Ausdruck für ΔS_0 aber erhält man:

$$\Sigma b-\frac{1}{x}\,[\Sigma C-\Sigma l]=0$$

als Bedingung dafür, dass dem Sinussatz genügt sei, und diese ist keine andere als die obenstehende:

$$\Sigma B=0,$$

welche für unendlich ferne Lage des leuchtenden Punktes in:

7) . . . . $\Sigma b=0$

übergeht, deren Erfüllung die Vernichtung des mit der ersten Potenz des Feldes proportionalen Gliedes der sphärischen Abweichung ausser der Axe mit sich führt.

Was die Erzielung eines constanten Tangentenverhältnisses anbelangt, so ist ohne Weiteres einzusehen, dass dieselbe an die Erfüllung von

$$\Delta S_0=0$$

gebunden ist. Die Bedingung für das Vorhandensein eines Paares orthoskopischer Centra ist somit:

$$\Sigma b-(\Sigma l)^2-\frac{1}{x}\,[\Sigma C-3\Sigma l]=0,$$

und wenn dieses Punktepaar durch den unendlich fernen Punkt und den zweiten Brennpunkt gebildet wird, vereinfacht sich die Gleichung in:

10) . . . . $\Sigma b-(\Sigma l)^2=0.$

Ist der Kreuzungspunkt der Hauptstrahlen mit der Axe ein orthoskopisches Centrum, so ist ein Linsensystem im Stande, von einem ausgedehnten Object ein winkelrichtiges oder orthoskopisches Bild zu entwerfen, wenn die Abbildung durch ein sehr dünnes Strahlenbündel erfolgt, aber auch dann, wenn bei der durch ein dickeres Bündel bewirkten Abbildung die unvermeidliche Abweichung der Strahlen so vertheilt ist, dass der Schwerpunkt des Bildes in den Hauptstrahl zu liegen kommt. Bei dem unendlich dünnen Linsensystem ist nun unter allen Umständen der Scheitel ein orthoskopisches Centrum und der eben genannten Anforderung an die Vertheilung der unvermeidlichen Abweichungen wird beim Fernrohrobjectiv genügt, wenn die Gleichung 7) erfüllt ist, denn in diesem Falle verschwinden in den Abweichungscomponenten ΔY, ΔZ alle Glieder mit Ausnahme des von der ersten Potenz von η abhängigen, und da sich zu jedem η ein entgegengesetztes findet, vertheilen sich die Abweichungen symmetrisch um den Hauptstrahl herum. Ein der Gleichung 7) genügendes Objectiv entspricht also gleichzeitig der Anforderung der besten Vereinigung der Lichtstrahlen für in der Nähe der Axe gelegene Bildpunkte und der Anforderung eines winkelgetreuen Bildes von endlicher Ausdehnung. In etwas allgemeinerer Form lässt sich folgende Beziehung aussprechen: Ist bei einem unendlich dünnen Linsensystem ein nicht mit dem Scheitel zusammenfallender Axenpunkt ein aplanatischer Bildpunkt, so sind die Bilder in der durch diesen Punkt zur Axe senkrecht liegenden Ebene orthoskopisch, wenn die Abbildung durch Bündel erfolgt, deren Hauptstrahlen durch den Scheitel gehen; ist dagegen der erstere Axenpunkt ein orthoskopisches Centrum, so nimmt der Scheitel die Eigenschaften eines aplanatischen Bildpunktes an und in der Scheitelebene gelegene Bilder sind orthoskopisch, wenn die Abbildung durch Strahlenkegel erfolgt, deren Hauptstrahlen durch den genannten Axenpunkt gehen.

Sieht man vom Scheitel ab, so kann ein unendlich dünnes Linsensystem niemals zwei Paare von aplanatischen Bildpunkten, oder zwei Paare von orthoskopischen Centren, oder ein Paar aplanatischer Bildpunkte und ein Paar orthoskopischer Centra zugleich besitzen, es schliesst vielmehr das Vorhandensein eines Paares dieser ausgezeichneten Punkte die Möglichkeit des Bestehens eines weiteren Paares aus.

Die vorstehend mitgetheilten Beziehungen lassen sich auf ein System von endlicher Dicke nicht direct übertragen, da hier die Eigenthümlichkeiten des Scheitels wegfallen. In der Abweichungscomponente ΔY erscheint ausser den Gliedern der bisherigen Form ein weiteres von η unabhängiges und mit ζ^3 behaftetes Glied, woraus folgt, dass der im Axenabstand 0 auf der ersten Fläche einfallende Strahl im Allgemeinen nicht abweichungsfrei ist.

Die bisher aufgestellten Gleichungen für die Aufhebung der sphärischen Abweichung beziehen sich auf einen bestimmten Strahl und zwar in unserer Bezeichnungsweise auf den hellsten Strahl. Ist diese Abweichung gehoben, so zeigt jeder andere Strahl immer noch eine sphärische Abweichung, die sogenannte chromatische Differenz derselben. Ist die Abweichung für zwei Farben gehoben, so ist für jede dritte Farbe eine nunmehr kleinere Abweichungsdifferenz vorhanden u. s. w. Für die meisten Fälle der Praxis dürfte die Aufhebung der sphärischen Abweichung für drei zweckmässig gewählte Farben ausreichend sein.

Werden die $\Sigma a'$, $\Sigma b'$, $\Sigma C'$, $\Sigma D'$ mit Hilfe der n' und die $\Sigma a''$, $\Sigma b''$, $\Sigma C''$,

$\Sigma D''$ mit Hilfe der n'' so gebildet wie nach den Formeln der Seite 230 die Σa, Σb, ΣC, ΣD mit Hilfe der n, so erhält man als Bedingung für das Verschwinden der sphärischen Abweichung in den neuen Farben zwei weitere Gruppen von Gleichungen, welche aus 4) bis 10) hervorgehen, wenn an Stelle der früheren die jeweilig entsprechenden neuen Summationen treten. Hierbei ergeben sich aber für jede Gruppe nur vier von den bisherigen unabhängige Bedingungen, nämlich:

11) . . . . . . $\Sigma a - \Sigma a' = 0$ 15) . . . . . $\Sigma a - \Sigma a'' = 0$

12) . . . . . . $\Sigma b - \Sigma b' = 0$ 16) . . . . . $\Sigma b - \Sigma b'' = 0$

13) . . . . . . $\Sigma C - \Sigma C' = 0$ 17) . . . . . $\Sigma C - \Sigma C'' = 0$

14) . . . . . . $\Sigma D - \Sigma D' = 0$ 18) . . . . . $\Sigma D - \Sigma D'' = 0$.

Von diesen Gleichungen bedingen 11) und 15) die Vernichtung der chromatischen Differenz der sphärischen Abweichung für den in der Axe gelegenen Bildpunkt. Das Hinzutreten von 12) und 16) entspricht der Aufhebung dieser Abweichung für andere dem ersten Punkte benachbarte in und ausser der Axe gelegene Bildpunkte. Die weitere Erfüllung von 13) und 17) würde die Aufhebung der Abweichung für alle in der Axe gelegenen Bildpunkte und endlich die fernere Hinzuziehung von 14) und 18) die Aufhebung der in Frage stehenden Abweichung für alle Punkte des Raumes veranlassen.

Alle bis jetzt aufgestellten Gleichungen für die Aufhebung der sphärischen Abweichung und deren chromatischer Differenz bezogen sich auf die erste Ordnung dieser Abweichung. In Bezug auf die Abweichung höherer Ordnung werden wir uns auf den in der Axe gelegenen Bildpunkt beschränken. Für das Fernrohrobjectiv sind wir hierzu berechtigt, insbesondere da sich schon die Abweichung erster Ordnung ausser der Axe oder wenigstens das mit dem Quadrat des Feldes proportionale Glied derselben nicht gleichzeitig mit der Erfüllung der Farbengleichung aufheben lässt.

Die totale Seitenabweichung im zweiten Brennpunkte eines Objectivs lässt sich durch die Reihe:

$$\Delta S = \eta^3 X + \eta^5 Y + \eta^7 Z + \dots$$

darstellen, wo

$$X = \frac{1}{2} x^4 \Sigma a$$

die früher von uns ermittelte Abweichung erster Ordnung im zweiten Brennpunkte bestimmt, während Y, Z u. s. w. Functionen der r, l, n sind, welche die Abweichung höherer Ordnung bedingen. Die Aufhebung dieser Abweichung verlangt, dass

19) . . . . $Y = 0$, 20) . . . . $Z = 0$

erfüllt sei. Soll die erstere dieser Bedingungen für eine weitere Farbe erfüllt sein, so folgt noch die Bedingung:

21) . . . . $Y - Y' = 0$,

wobei Y' aus Y abzuleiten ist, indem n' an Stelle von n gesetzt wird. Von einer algebraischen Entwicklung von Y und Z als Functionen der r, l, n wird hier abgesehen, da diese Ausdrücke zu weitläufig werden. Wir müssen uns daher darauf beschränken, in vorkommenden Fällen die numerischen Beträge dieser Grössen zu ermitteln, am Besten durch scharfe trigonometrische Verfolgung des Weges einiger Lichtstrahlen durch das Linsensystem.

Nachdem in den Gleichungen 2) bis 21) die Bedingungen für die Herstellung der Vollkommenheit des Bildes mitgetheilt worden, werden wir nun die Gleichungen

für eine Anzahl willkürlicher, in manchen Fällen durch die Anforderungen der Technik gerechtfertigter Bedingungen aufstellen.

Hierher gehört vor allem die Bestimmung, dass der zweite Radius einer Linse gleich dem ersten Radius der nachfolgenden Linse sei, in welchem Falle ein Zusammenkitten der betreffenden beiden Linsen möglich wird.

Die Bedingung, dass der erste Radius der zweiten Linse mit dem zweiten Radius der ersten Linse zusammenfalle, ist:

$$r_2 = r_1',$$

oder wenn, wie in den bisherigen Gleichungen immer geschehen, die r' eliminirt werden:

22) . . . . $r_2 - r_1 + (m_1 - 1)\, l_1 = 0.$

Die Bedingung, dass der erste Radius der dritten Linse gleich dem zweiten Radius der zweiten Linse sei, ist:

22') . . . . $r_3 - r_2 + (m_2 - 1)\, l_2 = 0$ u. s. w.

Mitunter ist es erwünscht, dass eine bestimmte Linsenfläche eine Planfläche sei. Die erste Fläche der ersten Linse ist plan, wenn

23) . . . . $r_1 = 0.$

Die erste Fläche der zweiten Linse ist plan, wenn

23') . . . . $r_2 = 0$ u. s. w.

Die zweite Fläche der ersten Linse ist plan, wenn

24) . . . . $r_1 - (m_1 - 1)\, l_1 = 0.$

Die zweite Fläche der zweiten Linse ist plan, wenn

24') . . . . $r_2 - (m_2 - 1)\, l_2 = 0$ u. s. w.

Eine Linse ist gleichschenklig, wenn ihre beiden Radien gleiche Grösse und entgegengesetztes Vorzeichen haben. Die erste Linse ist gleichschenklig, wenn

25) . . . . $2\, r_1 - (m_1 - 1)\, l_1 = 0.$

Die zweite Linse ist gleichschenklig, wenn

25') . . . . $2\, r_2 - (m_2 - 1)\, l_2 = 0$ u. s. w.

Noch müssen wir einiger specieller Bedingungen gedenken, welche bei einigen Optikern maassgebend für die Bestimmung des Objectivs waren, die jedoch von unserm Standpunkt aus als willkürlich gelten müssen.

Soll die erste Linse für sich in ihrem zweiten Brennpunkt ein Minimum sphärischer Abweichung geben, so sind die Radien derselben bestimmt, wenn der Ausdruck für a_1 der Seite 230 nach r_1 differenzirt, die entsprechende Ableitung gleich 0 gesetzt wird. Man erhält:

26) . . . . $2\,(3 m_1 - 2)\, r_1 - (3\, m_1 - m_1)\, l_1 = 0.$

Die Bedingung, dass der eine Linse durchlaufende Lichtstrahl eine Minimalablenkung erleiden soll, ist bekanntlich die, dass derselbe an den beiden Linsenflächen gleiche Winkel mit der Linse bilde. Diese Bedingung ist für die erste Linse erfüllt, wenn

27) . . . . $2\, b_1 - l_1^2 = 0.$

Die zweite Linse steht im Minimum der Ablenkung, wenn

27') . . . . . . $2\, b_2 - l_2^2 - 2\, \lambda_2 \left(2 - \frac{1}{m_2}\right) l_2 = 0$ u. s. w.

Soll dagegen der das ganze Objectivsystem (welches man sich aus einem

System elementarer Prismen zusammgesetzt denken kann) durchlaufende Strahl eine Minimalablenkung erleiden, so ist die Erfüllung der Bedingung:

$$28a) \ldots\ldots\ldots\ldots \frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_1}\ \frac{\cos\beta}{\cos\beta_1}\ \frac{\cos\gamma}{\cos\gamma_1} \ldots = 1$$

erforderlich, wenn α, β, γ ... die Winkel des Strahles mit dem Loth vor der ersten, zweiten, dritten Brechung, α_1, β_1, γ_1, ... diese Winkel nach der ersten, zweiten, dritten Brechung bezeichnen. Führt man die bei Linsen gebräuchlichen Näherungswerthe dieser Winkel ein, so erhält man aus 28a) ohne Schwierigkeit als Bedingung dafür, dass das Linsensystem für den Lichtstrahl im Minimum der Abweichung stehe:

$$28) \ldots\ldots\ldots\ldots 2\Sigma b - (\Sigma l)^2 = 0.$$

Indem wir hiermit die Aufzählung der Bedingungen, die für die Bestimmung eines Objectivs maassgebend sein können, schliessen, ist zu bemerken, dass die Anzahl der auf die Bildvollkommenheit bezüglichen Gleichungen eine hinreichend grosse ist, um selbst für die Feststellung der Elemente eines mehrgliedrigen Linsensystems zu genügen, so dass der Optiker, welcher eine möglichst hohe Leistung seines Objectivs anstrebt, nicht leicht in die Lage kommen wird, zu unwesentlichen oder willkürlichen Bedingungen zu greifen. Es wird wiederholt, dass für die Aufstellung dieser Bedingungsgleichungen die Correction der Abweichung für drei Farben maassgebend war. Sollte sich jedoch in einem gegebenen Falle das Bedürfniss herausstellen, eine vierte Farbe zu berücksichtigen, so wird der Leser die neu hinzutretenden Bedingungsgleichungen im Anschluss an die aufgeführten ohne jede Schwierigkeit selbst aufzuschreiben im Stande sein.

Was nun die eigentliche Berechnung eines Objectivs anbelangt, so wird der Rechner bei gegebenen Glasarten und wenn die Anzahl der Linsen gleich k sein soll, unter den mitgetheilten Gleichungen eine Anzahl von $2k$ derselben auswählen und aus denselben die $2k$ Unbekannten r, l ausrechnen. Die Aufgabe ist also auf die Auflösung von $2k$ Gleichungen mit $2k$ Unbekannten zurückgeführt und bietet keinerlei Schwierigkeiten, so lange nicht unter den gewählten Bedingungsgleichungen eine oder mehrere der Gleichungen 19), 20), 21), welche von complicirter Form sind und von uns nicht entwickelt wurden, vorhanden sind. Mit Ausnahme dieser drei Gleichungen enthalten alle übrigen ausser den r und l keine unbekannten Grössen und da 4), 11) und 15) vom zweiten, alle übrigen aber vom ersten Grade sind, so führt die Aufgabe schliesslich auf die Auflösung einer Gleichung ersten, zweiten, vierten oder achten Grades, je nachdem keine, eine, zwei oder alle drei der Gleichungen 4), 11), 15) unter den gewählten vorkommen. Sind jedoch unter den gewählten Bedingungen eine, zwei oder alle drei der Gleichungen 19), 20), 21) vorhanden, so muss von einer directen Auflösung abgesehen werden und der Rechner kann in diesem Falle zunächst eine, zwei oder drei der Grössen r oder l hypothetisch festsetzen und den Rest der r und l so bestimmen, dass den übrigen Bedingungsgleichungen Genüge geleistet wird. Werden sodann die so bestimmten Objectivtypen auf ihr Verhältniss zu den in Frage stehenden Bedingungen 19), 20), 21) geprüft und wird die Rechnung unter Zugrundelegung anderer Hypothesen wiederholt, so kann durch ein bekanntes Näherungsverfahren nach einigen Versuchen die Form festgestellt werden, welche der Erfüllung aller der gewählten Bedingungsgleichungen entspricht. In manchen Fällen, in denen der Optiker in der Wahl der Glassorten nicht beschränkt ist, wird es vortheilhaft sein, den verschiedenen Hypothesen verschiedene Brechungsverhältnisse



statt der verschiedenen r oder l zu Grunde zu legen, wodurch die Erfüllung einer grössern Zahl von Bedingungsgleichungen ermöglicht wird.

Sind einmal die zu erfüllenden Bedingungen bestimmt, so ist noch eine Willkür in der Aufeinanderfolge der einzelnen Glasarten vorhanden, welche in der Rechnung einer Vertauschung unter den Ordnungszeigern der n entspricht. So gestattet die Anwendung zweier Glasarten und zweier Linsen zwei Modificationen, die Anwendung dreier Glassorten und dreier Linsen aber sechs Modificationen in der Reihenfolge der Gläser u. s. w., wodurch im Allgemeinen eine vollständige Umgestaltung der äusseren Formen der Linsen bedingt ist. (Schluss folgt.)

Ueber eine neue, einfache Form des photographischen Sonnenschein-autographen.

Von

Dr. J. Maurer in Zürich.

Es dürfte wohl hinlänglich bekannt sein, dass für die Registrirung der Sonnenscheindauer in der meteorologischen Praxis in letzter Zeit zwei Verfahren nebeneinander zur Verwendung gelangen. Bei dem einen bedient man sich behufs continuirlicher Aufzeichnung des Sonnenscheines der Sonnenwärme, also des thermischen Effectes der strahlenden Energie (Apparat von Campbell-Stokes), bei dem andern Verfahren zu demselben Zwecke aber des Sonnenlichtes bezw. der bekannten aktinischen Wirkung der Sonnenstrahlung (Autograph von J. B. Jordan).

Die Erfahrung hat gezeigt und meines Wissens J. B. Jordan zuerst darauf aufmerksam gemacht[1]), dass das zweite d. h. das photographische Verfahren der Sonnenschein-Registrirung gegenüber dem Campbell-Stokes'schen mit der Kugellinse[2]) in manchen Fällen im Vortheil ist. In der That, schon eine oberflächliche Betrachtung zeigt ja, dass unter Umständen dünne Wolkenschleier, leichte Nebelwolken, u. s. w. die Brennwirkung der Kugellinse theilweise oder ganz aufheben können, während doch noch heller „Sonnenschein“ mit merklichem calorischem und physiologischem Effecte besteht, dass mit andern Worten „Brenndauer“ und „Sonnenscheindauer“ nur bei vollem Sonnenschein, also an ganz heiteren Tagen, identisch sind. Kommt es ferner vor, dass der Cartonstreifen durch einen ergiebigen Gewitterregen stark durchnässt worden ist, und hat sich dabei vielleicht auch etwas Wasser auf der unteren vorstehenden Kante (Nut) der Kugelschale angesammelt, so wird bei wieder eintretendem Sonnenschein die Markirung nie sofort erfolgen, und wenn sie erfolgt, so geschieht es in etwas anderer Weise als auf dem trockenen Streifen. Beschlägt sich endlich die Glaskugel im Winter mit Rauhreif oder Eis, so kann auch da sehr wohl, falls der Beobachter nicht scharf controlirt, eine Viertel- bis halbe Stunde bei der Registrirung verloren gehen; und gerade in den Wintermonaten bei dem ohnehin nur spärlichen Sonnenschein ist ein solcher Verlust, namentlich für die Thalstationen wohl fühlbar. Auch ist es, wenn man nicht bloss auf vergleichende, sondern auf einigermaassen verlässliche absolute Angaben Gewicht legt, nicht gerade gleichgiltig, ob man in der totalen Sonnenscheindauer eines bestimmten Zeitabschnittes, beispielsweise eines Jahres, volle hundert oder zweihundert Stunden mehr oder weniger Sonnenschein erhält, nur darum,

[1]) Quarterly Journal, XII. 1886. — [2]) Vergl. diese Zeitschr. 1883 S. 301.

weil die Leistungsfähigkeit bezw. Empfindlichkeit des gebrauchten Apparates nicht gerade auf der höchsten Stufe steht. Zu bemerken bleibt ferner noch, dass bei den gewöhnlichen Sonnenscheinautographen der Durchmesser des Brennpunktbildes etwa $1^1/_2$ mm beträgt; voller Sonnenschein von nur 4 bis 5 Secunden Dauer genügt, dasselbe hervorzubringen; auf dem Brennearton überdeckt dieses Bildchen aber einen Raum von vollen 5 Minuten. Daraus ergiebt sich dann weiter die Folgerung, dass bei hohem Sonnenstande eine Beschattung des Apparates von ungefähr ebenso viel Minuten in der Registrirung vollkommen unbemerkbar sein wird, wie es in der That ja auch der effective Versuch zeigt. Je nach der Intensität der Sonnenstrahlung, d. h. je nach der Beschaffenheit (Klarheit) der Atmosphäre und der Sonnenhöhe ändert sich natürlich dieses Verhältniss, indem bei Trübung der Atmosphäre und niedrigem Sonnenstande selbstverständlich auch der Durchmesser des Sonnenbildchens, das die Registrirung vermittelt, wieder ein anderer ist. In den *Annalen des russischen physikalischen Centralobservatoriums, Jahrg. 1881* hat Herr Director Wild bereits ähnliche Bemerkungen über die Leistungsfähigkeit des Campbell'schen Heliographen geltend gemacht.

Unter den mannigfachen Formen von Apparaten, basirend auf dem photographischen Princip, wie sie in jüngster Zeit für die Registrirung der Sonnenscheindauer construirt worden sind, hebe ich den einfachsten, den von Jordan angegebenen kurz hervor;[1]) er hat bereits auf einzelnen meteorologischen Stationen Verwendung gefunden. Der Autograph besteht aus einer cylindrischen Dunkelkammer, die auf einer Grundplatte parallaktisch montirt ist; beim Gebrauch des Apparates liegt die Axe der Kammer im Meridian. Durch zwei gegenüberstehende schmale Admissionsöffnungen werden die Sonnenstrahlen in das Innere des Cylinders dirigirt und fallen dort auf lichtempfindliches mit einem Stundendiagramm versehenes Papier; in Folge der täglichen Bewegung der Erde zeichnen die Sonnenstrahlen auf letzterem eine Curve, die sich durch eine blaue Linie markirt und durch Eintauchen in kaltes Wasser fixirt werden kann. Der eine östliche Spalt dient für die Strahlen von Sonnenaufgang bis Mittag, der gegenüberstehende (westliche) von Mittag bis Abend; die ganze Tagescurve besteht also aus zwei getrennten Stücken. Ueber dem Cylinder ist ein Schirm so befestigt, dass seine Enden die Sonnenstrahlen nach der Sonnenculmination abhalten, in den östlichen Spalt zu fallen, und sie in den gegenüberstehenden westlichen Spalt überleiten; der Schirm soll zugleich als Schutz gegen diffuses Licht und gegen Regen dienen.

Dem mit der *Géometrie descriptive* Vertrauten ist klar, dass diese Form des photographischen Sonnenscheinautographen gewisse Mängel zeigen muss, die sich namentlich bei der genauen Ausmessung des bezüglichen Photogrammes fühlbar machen werden, was mir auch Herr Jordan brieflich bestätigte. Denn da die beiden Einlassöffnungen für die Sonnenstrahlen sich auf der Mantelfläche des Cylinders befinden, und die in letzter Instanz zum Vorschein kommenden Curven geometrisch eben als die Durchdringung zweier Flächen aufgefasst werden können, von denen die eine die cylindrische Dunkelkammer ist, während die andere aus einem geraden Kreiskegel besteht, dessen Leiteurve der momentane Declinationskreis der Sonne ist, und dessen Spitze in der einen oder andern Admissionsöffnung liegt, so wird bekannten Theoremen der darstellenden Geometrie zufolge das Product der Durchdringung eine bestimmte Raumcurve[2]) sein, deren

[1]) Vergl. d. Ref. in dieser Zeitschr. 1886. S. 182. — [2]) Curve 4. Ordnung mit Schleife.

beide Aeste, ausgehend von den Spaltöffnungen, je nach der Jahreszeit, mehr oder weniger schief zu den Stundenlinien stehen. Befindet man sich nicht zufälliger Weise in der Nähe der beiden Aequinoctien, wo die Curven sich geraden Linien nähern müssen (bei correcter Aufstellung) so wird durch die Krümmung der letzteren auch die genaue Orientirung des Apparates erschwert; gerade in dieser Beziehung kann man es dem Beobachter nicht einfach genug machen. Zweifellos wäre es weit bequemer und von Vortheil, wenn dem Autographen eine solche Form gegeben werden könnte, dass die Sonnenspur aus einer einzigen, continuirlichen Curve bestünde, die in der Abwicklung als gerade Linie zum Vorschein kommen, also stets senkrecht zu den Stundenlinien des Photogrammes stehen würde. In einfachster Weise kann dies offenbar dadurch erreicht werden, dass man die beiden Einlassöffnungen in eine vereinigt und letztere in die Axe der cylindrischen Kammer verlegt. Die Durchdringungscurve reducirt sich dabei auf einen Kreis, dessen Ebene bei genauer parallaktischer Aufstellung stets senkrecht zur Cylinderaxe steht. Nach mehrfach in dieser Richtung ausgeführten Versuchen habe ich die nachstehend beschriebene Construction als die beste, weil einfachste, gefunden. (Vergl. die Fig.)



Es wurde dabei nicht nur auf möglichste Bequemlichkeit und Sicherheit der Beobachtung gesehen, sondern namentlich auch darauf ein Hauptaugenmerk gerichtet, die Herstellungskosten dieses Sonnenscheinautographen derart herabsetzen, dass er auch in dieser Beziehung gegenüber ähnlichen Apparaten in vortheilhaftester Weise excellirt, der Wirkungskreis dieses Instrumentes daher auch ein beträchtlich grösserer werden kann. Bezüglich der Beschreibung desselben, von dem die Figur eine perspectivische Ansicht seiner äusseren Gestalt giebt, darf ich mich nach dem Vorausgegangenen kurz fassen. Der photographische Cylinder des neuen Autographen, parallel zur Polaraxe der Erde gestellt, ist horizontal abgeschnitten; der dadurch entstandene, durch eine dünne Metallplatte gedeckte, elliptische Schnitt trägt in seiner Mitte für den Einlass des Sonnenstrahlenbündels einen feinen Spalt, dessen Breite so bemessen ist, dass er Unterbrechungen der Sonnenscheindauer von einer Minute noch deutlich zum Ausdruck bringt; der untere, circulare Theil des Cylinders ist durch einen mit Bayonnetverschluss versehenen Deckel gut abgeschlossen. Nachdem der lichtempfindliche Carton eingelegt worden, wird das Ganze mit Hilfe der drei Fussschrauben und einer Libelle horizontirt, und die mit *NS* bezeichnete Linie des elliptischen Schnittes, deren Orthogonal-Projection auf die Mittagsstundenlinie des Photogrammes fällt, dann in den Meridian gebracht, womit der Apparat zum Gebrauche fertig ist. Für den Ort der Aufstellung des Instrumentes ist die Polhöhe anzugeben; doch gestattet der beigegebene Gradbogen, letztere innerhalb eines kleinen Intervalles von 5 bis 10° zu verstellen.

Herr Th. Usteri-Reinacher, in Zürich, hat sich die Mühe genommen, in zuvorkommendster Weise bei der Construction auf alle meine Wünsche einzugehen; diese Firma liefert den Sonnenscheinautographen in ebenso einfacher als hübscher Form und solider Ausführung.

Apparat mit mechanischer Auslösung zur Messung der Reactionszeit auf Gehörseindrücke.

Von
Mechaniker **H. Heele** in Berlin.

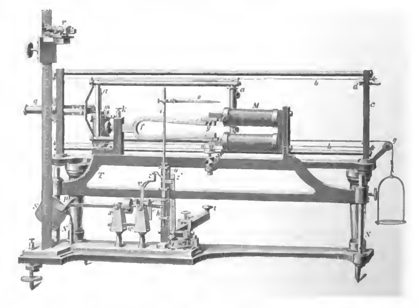
Der nach Angaben von Herrn Dr. Loeb, Assistenten am physiologischen Institut in Würzburg ausgeführte Apparat hat den Zweck, die Reactionszeit auf Gehörseindrücke, d. h. diejenige Zeit zu messen, welche verfliesst, bis ein von den Schallwellen auf die Gehörsnerven ausgeübter Reiz sich nach dem Gehirn fortpflanzt, dort als Ton zum Bewusstsein kommt und hierauf durch den Willen die motorischen Nerven in Thätigkeit gesetzt werden. Es handelt sich also darum, die beiden Momente zu fixiren, wo ein Schall entsteht und wo der Beobachter auf die Wahrnehmung desselben hin eine Bewegung auszuführen, etwa einen Taster niederzudrücken im Stande ist. Der wesentliche Vorzug dieses Instrumentes vor anderen, zu ähnlichem Zweck angewandten Einrichtungen besteht darin, dass die Auslösungen, auf die es hauptsächlich ankommt, auf rein mechanischem Wege bewirkt und daher die mit ihm erzielten graphischen Resultate von allen Fehlerquellen, welche anderen Methoden in grösserem oder geringerem Betrage anhaften, befreit und somit völlig einwurfsfrei werden.

Der in der Figur a. f. S. abgebildete Apparat ruht auf drei Füssen, von denen zwei in kräftigen Schrauben bestehen, so dass man ihn mit Hilfe der auf dem Fussbrett befestigten Dosenlibelle *l* leicht horizontiren kann. An der mit Millimeterscale versehenen prismatischen Stange, welche sich links auf dem Fussbrett erhebt, befindet sich auf einem in der Höhe verschiebbaren Stativchen ein horizontales Rohr *r*, in welches durch einen auf der Figur nicht gezeichneten Schlauch Luft geblasen wird. Vor der anderen Oeffnung des Rohres befindet sich eine horizontal liegende Scheere aus Hartgummi, deren Schenkel auf der dem Rohre abgewendeten Seite eine kleine metallene Kugel tragen. Durch die Schenkel der Scheere treten die Zuleitungsdrähte einer elektrischen Batterie. Dieselben enden innen in zwei abgerundete Spitzen, welche im geschlossenen Zustande der Scheere von der metallenen Kugel berührt werden, so dass also letztere den Strom schliesst. Durch den Luftstoss wird ein im Rohre befindlicher Holzkeil zwischen die Schenkel der Scheere hineingetrieben, die Kugel fällt herab und der elektrische Strom wird unterbrochen. Die Kugel schlägt auf die schräg gestellte Metallplatte *p* auf, prallt hier ab und wird in einem Säckchen *S* aufgefangen. Sowie der Beobachter aber die Kugel auf der Platte aufschlagen hört, drückt er auf den Taster *t* und die Zeit, welche zwischen den beiden Momenten, dem Auffallen der Kugel auf die Platte und dem Niederdrücken des Tasters *t* liegt, ist es nun, welche mechanisch fixirt und gemessen werden soll.

Der elektrische Strom, welcher durch die Kugel geschlossen wird, so lange sie auf den Backen der Scheere liegt, umfliesst die Schenkel des Elektromagneten *m*, welcher daher einen über seinen Polen an einem Hebelarm befestigten Anker dauernd anzieht. Wird durch das Herabfallen der Kugel der Strom unterbrochen, so geht der Anker in die Höhe. Dadurch wird eine in der Röhre *q* befindliche, seither in Spannung gehaltene Feder ausgelöst, welche nun dem rechteckigen Rahmen *aa*, in welchem eine berusste Glasplatte eingesetzt ist, einen Stoss ertheilt, so dass er an den zur Führung dienenden Drähten *b* von der linken nach der rechten Seite des Apparates fliegt. Um den Rahmen am Zurückprallen zu hindern, ist an der Leiste *c* eine Schnappfeder *d* angebracht. Da jedoch in Folge

der Reibung der Drähte *b* in den Oesen des Rahmens die Geschwindigkeit des letzteren während seiner Bewegung von links nach rechts sich verlangsamen würde, so ist er durch eine über das Röllchen *g* laufende Schnur noch mit einer Gewichtschale verbunden, die man so stark belastet, dass durch die zunehmende Geschwindigkeit, mit welcher sie zu fallen bestrebt ist, die eben besprochene Verzögerung aufgehoben wird, so dass also der Rahmen sich mit nahezu gleichmässiger Geschwindigkeit von links nach rechts bewegt.

Vor dem Rahmen *aa* befindet sich die Stimmgabel *f*, welche auf *fis* gestimmt 184 Schwingungen in der Secunde macht. Durch den Stift *y* am oberen Schenkel der Gabel werden diese Schwingungen in Form einer Wellenlinie auf der vorüberfliegenden Glasplatte dargestellt. Damit die Ausschläge der Gabel, nachdem sie angestrichen worden ist, nicht rasch abnehmen, liegt vor ihr ein Elektromagnet *M*, dessen Polschuhe nahe an die Schenkel der Stimmgabel von aussen herantreten.



Die letzteren sind, um vom Magneten stärker beeinflusst werden zu können, mit Backen von weichem Eisen versehen. An der Backe des unteren Schenkels ist ein spitzes Stiftchen angebracht, welches bei jedem Ausschlage der Gabel das Quecksilber in dem Näpfchen *n* oder eine statt desselben angebrachte Feder berührt. Dadurch wird ein elektrischer Strom geschlossen, welcher den Elektromagneten umkreist, dann durch die Stimmgabel nach der Klemmschraube *k* und von hier durch einen in der Figur nicht gezeichneten Leitungsdraht nach dem Element zurück geht. In Folge des in *M* hervorgerufenen Magnetismus werden die Schenkel der Stimmgabel von den Polschuhen angezogen und somit zu grösseren Ausschlägen genöthigt. Nach kurzer Zeit wird sich eine constante Schwingungsamplitude hergestellt haben, indem die magnetischen Impulse dem Luftwiderstand und den inneren die Bewegung hemmenden Kräften der Stimmgabel das Gleichgewicht halten.

Der Stift *s* endlich, welcher vertical über *y* die Glasplatte berührt, hat die Momente zu markiren, wo durch das Auffallen der Kugel der Schall entsteht und wo der Beobachter auf den Taster drückt. Es geschieht dies dadurch, dass der Stab *i*, an dem *s* festgeschraubt ist, in jedem dieser beiden Augenblicke um ein Stück in die Höhe geschnellt wird, so dass die horizontale Linie, welche der Schreibstift *s* auf dem vorüberschiessenden Schirm zeichnet, an den beiden Stellen eine Knickung erfährt. Der Mechanismus, welcher den Stab *i* in die Höhe schnellen lässt, hat folgende Einrichtung: Die schräge Platte *p*, auf welche die Kugel aufschlägt, sitzt an dem oberen horizontalen Arm eines um die Axe *x* drehbaren ⅂_ winkelförmigen Hebels und ist durch das Gegengewichtchen *x'* ausbalancirt. Durch das Aufschlagen der Kugel wird dieser Arm nach unten gedrückt, der untere horizontale Arm *w* des Hebels also nach rechts hin bewegt. Um eine zweite horizontale Axe ist der Hebel *v* innerhalb enger durch die Schräubchen *u* bestimmter Grenzen drehbar. So lange der Winkelhebel noch in der Ruhelage ist, wird *v* durch die kleine Feder *e* leise an *w* gedrückt. Die Nase *z* am oberen Ende von *v* arretirt den Stab *i*, während die starke Feder *h* ihn nach oben zu schnellen bestrebt ist. Beim Auffallen der Kugel auf die Platte *p* stösst nun der Arm *w* das untere Ende von *v* nach rechts, die Nase *z* lässt daher den Stab los und dieser fliegt in die Höhe. Er wird jedoch sehr bald in dieser Bewegung gehemmt dadurch, dass die Nase *z'* von einem auf der rechten Seite von *i* befindlichen Haken wieder gefangen wird. Dieser Haken sitzt an dem vertical stehenden Arm eines Winkelhebels, dessen anderer Arm der Taster *t* ist. Drückt daher der Beobachter auf den Taster, so wird der Stab *i* jetzt durch die Spannkraft der Feder *h* weiter in der Höhe geschnellt werden. Das Schräubchen *o*, welches in den Stab *i* eingebohrt ist, verhindert durch Anschlagen an ein gleichzeitig zur Führung von *i* dienendes Plättchen, dass der Stab unnöthig hoch fliegt.

Um das Zeitintervall zu bestimmen, welches zwischen dem Auffallen der Kugel und dem Niederdrücken des Tasters verfliesst, hat man demnach nur die von der Stimmgabel geschriebenen Wellen zu zählen, welche unter dem Stück der von *s* gezeichneten Linie liegen, das von den beiden den successiven Bewegungen des Stabes entsprechenden Einknickungen begrenzt wird.

Um die in den Rahmen eingesetzte Glasplatte, welche dann gleich als photographisches Negativ zur Vervielfältigung dienen kann, zu mehreren Versuchen benutzbar zu machen, ist der Balken *T*, welcher die Stimmgabel, das Quecksilbernäpfchen *n* und den Elektromagneten *M* trägt, längs der beiden Säulen *N* auf- und abschiebbar, ebenso lässt sich die Feder *s* längs des Stabes *i* verstellen.

Der Apparat hat sich bei der Ausführung grösserer Versuchsreihen, über welche Herr Dr. Loeb demnächst an anderer Stelle berichten wird, durch die Constanz seiner Resultate trefflich bewährt.

Der selbstregistrirende Fluthmesser von R. Fuess.

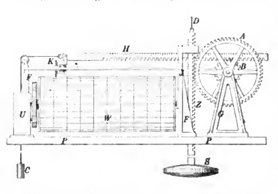
Von

J. Asmus, Physiker im Hydrographischen Amt der K. Admiralität, in Berlin.

In der im diesjährigen Januar-Hefte dieser Zeitschrift von Herrn Prof. W. Seibt veröffentlichten Mittheilung über den von ihm construirten selbstregistrirenden Pegel zu Travemünde wird S. 13 in einer Fussnote des von Herrn R. Fuess construirten kurze Erwähnung gethan. Einige in Folge dieser Notiz an die Redaction dieser

Zeitschrift gerichtete Anfragen über den Fuess'schen Apparat veranlassten dieselbe, mich, der ich seit Jahren mit demselben amtlich zu thun habe, um eine nähere Beschreibung desselben zu bitten. Ich komme dieser Aufforderung gern nach und glaube, dass die nachfolgende Mittheilung nicht ohne Interesse sein wird, da bisher nur das Constructionsprincip des Apparates in einer Abhandlung des Herrn Kapitains z. See Hoffmann (*Ann. d. Hydrogr. 1883 S. 263*) kurz angegeben ist.

Die beiden starken aus Metall gefertigten Gestelle *FF* und *G*, sowie die Pendeluhr *U* sind auf einer starken eisernen Platte *PP* festgeschraubt. Die Platte wird über dem Schwimmerbrunnen so befestigt, dass die Unveränderlichkeit ihrer Lage möglichst gesichert ist und sich die Oeffnung in der Platte, durch welche die Schwimmerstange *Z* in den Brunnen geht, gerade über der Mitte desselben befindet. Der Schwimmerbrunnen steht durch eine horizontal gelegte Rohrleitung mit dem Meere in Verbindung und daher wechselt der Wasserstand im Brunnen in derselben Weise wie der des Meeres. Die Pendeluhr *U* dreht durch ein seitwärts vom Zifferblatt angebrachtes Zahnrad die horizontal gelagerte, mit Papier überspannte Walze *W* mit gleichförmiger Geschwindigkeit in 24 Stunden einmal um. Die Zapfenlager derselben befinden sich in dem Gestelle *FF*. Der auf der rechten Seite der Platte stehende Bock *G* enthält die Lager einer den beiden Rädern *A* und *B* gemeinschaftlichen Axe. Die beiden Räder sind auf der Axe befestigt und können sich nur mit dieser drehen. An den bei Arkona und Marienleuchte aufgestellten Apparaten verhält sich der Umfang bezw. die Zähnezahl des Rades *B* zu dem des Rades *A* wie 1 zu 5, an dem Fluthmesser auf der Insel Sylt wie 1 : 20.



Auf dem aus Kupferblech gefertigten Schwimmer *S* ist eine nach metrischer Theilung gezahnte (eine Zahnbreite gleich 5 mm) messingene Stange *Z* von rechteckigem Querschnitt befestigt, welche zwischen Rollen so geführt ist, dass sie keine seitlichen Bewegungen machen kann und sich mit möglichst wenig Reibung in verticaler Richtung bewegt. Die Zähne dieser Stange greifen in die des Rades *A* und versetzen dieses und mithin auch das Rad *B* in Drehung, sobald der Schwimmer *S*, dem Steigen oder Fallen des Wasserspiegels folgend, seine Höhenlage ändert. Die rotirende Bewegung der Räder wird durch die Stange *H*, deren Zähne in die des Rades *B* eingreifen, in eine geradlinige umgesetzt und letztere durch einen im Halter *K* befestigten Bleistift auf das Papier der Walze *W* gezeichnet. So entsteht eine ununterbrochene Curve auf dem Papiere, welche die Schwankungen des Meeresspiegels verkleinert wiedergiebt und aus welcher für jede Zeit die Höhe des Wassers gefunden werden kann, wenn vorher die Höhen- und Stundenlinien auf dem Papier gezogen und der Wasserstand zu einer bestimmten Zeit angegeben ist.

Die zwischen Frictionsrollen gleitende Zahnstange *H* ist ebenfalls nach metrischem Maasse gezahnt und ausserdem mit einer nach Centimetern fortschreitenden Theilung versehen, um sie eine beliebige Anzahl Centimeter nach links oder rechts

verschieben zu können. Ein Gewicht *C* bewirkt ein fortwährendes leichtes Andrücken ihrer Zähne an die des Rades *B*, so dass kein todter Gang entstehen kann.

Die Schwimmerstange *Z* ist gleichfalls mit Centimetertheilung versehen, deren Anfang mit der Kreislinie zusammenfällt, bis zu welcher der Schwimmer eintaucht.[1] Ein neben der Stange befestigter Nonius *J* gestattet eine directe Ablesung des jeweiligen Wasserstandes bis auf Millimeter. Die Zahnstange hängt an einer Schnur *D*, welche über eine an der Decke des Fluthmesserhauses angebrachte, auf Frictionsrollen gelagerte Scheibe läuft und ein Gegengewicht trägt.

Das Registrirpapier hat die Form eines Hohlcylinders, dessen Durchmesser etwas grösser ist als derjenige der Walze *W*. Es wird über letztere, ohne vorher benetzt zu werden, gestreift und dann mittels eines an der Walze befindlichen eisernen Lineales straff gespannt. Dieses Lineal ist etwas länger als der Papiercylinder und wird über denselben in einen Längsschlitz der Walze eingedrückt und hier befestigt. Das Liniiren des Papieres geschieht in folgender Weise: Nachdem das Papier über die Walze gespannt ist, wird diese in ein hierzu angefertigtes Holzgestell, auf welchem ein mit kleinen Einschnitten versehenes eisernes Lineal festgeschraubt ist, gelegt und der an der Seite des Gestelles befindliche federnde Stift in eines der 24 Löcher, welche sich an der einen Seitenfläche der Walze befinden, gesteckt. Nun wird längs des Lineales mit einem gut zugespitzten Bleistift die erste Horizontallinie gezogen, dann die Walze gedreht, bis der Stift in das nächste Loch der Walze springt und somit den Ort für die zweite Linie angiebt. Ist auch diese gezogen, so wird die Walze weiter gedreht und nach jedem neuen Einspringen des Stiftes in eines der 24 Löcher eine neue Linie gezogen. Diese Linien werden hierauf mit der vollen Stundenzahl bezeichnet und zwar 12 Uhr Mittags mit 0 und 12 Uhr Mitternacht mit 12. Nachdem dies geschehen, wird der Stift entfernt. Es sind nun noch die Höhenlinien zu ziehen, welche die Stundenlinien unter rechten Winkeln schneiden. Zu diesem Zwecke wird das Lineal um 180° gedreht, damit die andere, mit Einschnitten versehene Kante nach vorn kommt. In diese Einschnitte wird der Bleistift successive eingesetzt und nach jedesmaligem Einsetzen desselben die Walze einmal umgedreht. Man erhält so die Höhenlinien. Die Stundenlinien sind an den bei Arkona und Marienleuchte aufgestellten Apparaten 24,5 mm und die Höhenlinien 50 mm von einander entfernt. Drei an der Walze angebrachte Stiftchen, welche die Ecken eines rechtwinkligen Dreiecks bilden, durchstechen das Papier und lassen erkennen, ob die Linien parallel beziehungsweise rechtwinklig zur Walzenaxe gezogen sind. Zu jedem Apparate gehören zwei Walzen, welche abwechselnd in den Apparat eingesetzt werden.

Sind die Wasserstandschwankungen während eines Tages nicht gross, wie dies in der Ostsee meistentheils der Fall ist, so haben mehrere Wasserstandscurven, gewöhnlich 3, zuweilen auch 4 oder 5, auf einem Registrirbogen Platz. Die Walzen werden dann nur alle 3 bis 5 Tage gewechselt, aber die Zahnstange *H* wird jeden Tag zu einer bestimmten Stunde um eine gewisse, von der Gestalt der schon aufgezeichneten Curven abhängige Anzahl von Centimetern verschoben. Da dies nur um volle Centimeter möglich ist, kann man die Grösse der Verschiebung nachträglich abmessen, indem man dabei das Eintrocknen des Papieres berücksichtigt.

[1] Die Eintauchungstiefe des Schwimmers wird vorher in Wasser ermittelt, dessen specifisches Gewicht dem mittleren specifischen Gewichte des Seewassers bei der Fluthmesserstation ungefähr gleich ist. Bei Arkona variirt das specifische Gewicht des Seewassers so wenig, dass die Eintauchungstiefe des Schwimmers sich nur innerhalb eines Millimeters ändert.

Vor dem Herausnehmen der Walze aus ihren Lagern werden in das auf derselben befindliche Papier zwei Löcher, welche 400 mm von einander abstehen, mit einem hierzu gelieferten Maassstabe gestochen. Der Abstand dieser Löcher wird später bei Ermittlung der Wasserstände nachgemessen, um die wegen des Eintrocknens des Papieres erforderlichen Correctionen der Wasserstände vornehmen zu können. Am Anfangs- und Endpunkte einer jeden Tagescurve wird der an der Zahnstange *Z* abgelesene Wasserstand, die Temperatur der Luft im Fluthmesserhause und im Brunnen, sowie die Temperatur des Wassers in letzterem notirt. Durch Vergleichung der aufgeschriebenen Wasserstände mit der Lage der ihnen entsprechenden Curvenpunkte lässt sich eine Controle ausüben. Aus den notirten Temperaturen kann der Fehler der Aufzeichnungen, welcher etwa durch Veränderung der Länge der Zahnstange *Z* entsteht, ermittelt werden. Der Fehler in den Aufzeichnungen, welcher durch Längenveränderung der Stange *H* während 24 Stunden in Folge der täglichen Temperaturschwankungen verursacht wird, ist sehr unbedeutend und hat bei den Fluthmessern von Arkona und Marienleuchte nur die Grösse eines Millimeters erreicht.

Das Wechseln der Walzen ist sehr leicht zu bewerkstelligen. Der Bleistifthalter *K* wird um ein daran befindliches Gelenk zurückgeklappt, die Walze aus ihren Zapfenlagern genommen und die andere an ihre Stelle gelegt. Hierauf dreht man die letztere so lange, bis die auf dem Papiere verzeichnete Stundenlinie mit der von der Uhr angegebenen Zeit übereinstimmt. Dann wird der Halter vorsichtig abwärts gedreht und nachgesehen, ob die Spitze des Bleistiftes genau die Stundenlinie trifft. Ist dies nicht der Fall, so hebt man mit der einen Hand den Halter und dreht mit der andern langsam die Walze, bis Linie und Bleistiftspitze genau zusammentreffen. Der Bleistift wird mittels einer besonderen Vorrichtung so zugespitzt, dass seine Spitze in der Bleistiftaxe liegt.

Die Ermittlung der stündlichen Wasserstände aus den auf dem Papier aufgezeichneten Curven geschieht im hydrographischen Amte. Das Abmessen wird mit einem schweren Lineal von Messing bewerkstelligt, dessen Kanten die reducirten Maassstäbe für die an der Ost- und an der Nordsee befindlichen Fluthmesser enthalten. Der Maassstab für die ersteren giebt eine directe Ablesung von 5 mm. Die Zahl der Millimeter zwischen 5 und 10 wird geschätzt. Eine an dem Lineale angebrachte Vorrichtung gestattet nach der Ablesung der einzelnen Wasserstände sogleich die Correction für das Eintrocknen des Papieres an die Ablesung anzubringen.

Bei der Construction dieser Fluthmesser wurde darauf Bedacht genommen, dass dieselben für entlegene Orte der Küste bestimmt sind und daher dauerhaft und bei möglichster Genauigkeit ihrer Registrirungen so einfach in der Anordnung ihrer Theile sein müssen, dass ihre Bedienung den Wärtern ganz selbständig überlassen werden kann. Die bei Arkona und Marienleuchte aufgestellten Apparate haben bereits mehr als fünf Jahre mit nur geringen Unterbrechungen, welche das Reinigen der Uhren nothwendig machte, zur vollen Zufriedenheit functionirt. Auch der Apparat, welcher sich auf der Insel Sylt befindet, entspricht allen an denselben gestellten Anforderungen.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente, Apparate und Präparate.

Die wissenschaftliche Ausstellung, welche mit der im September d. J. in Wiesbaden tagenden 60. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte verbunden werden soll, verspricht äusserst interessant zu werden. Aus allen Theilen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz sind bereits über 300 Anmeldungen zum grossen Theil ganz neuer Apparate und Instrumente eingelaufen. Als letzte Anmeldefrist ist nun endgiltig der 31. Juli definitiv festgesetzt. Die Adresse des Ausstellungs-Comités ist Frankfurterstrasse 44, Wiesbaden.

Relative Preise der Rohglasplatten für Fernrohrobjective nebst einem Vorschlage zu deren systematischer Normirung.

Von **E. Tornow** in Frankfurt a. M.

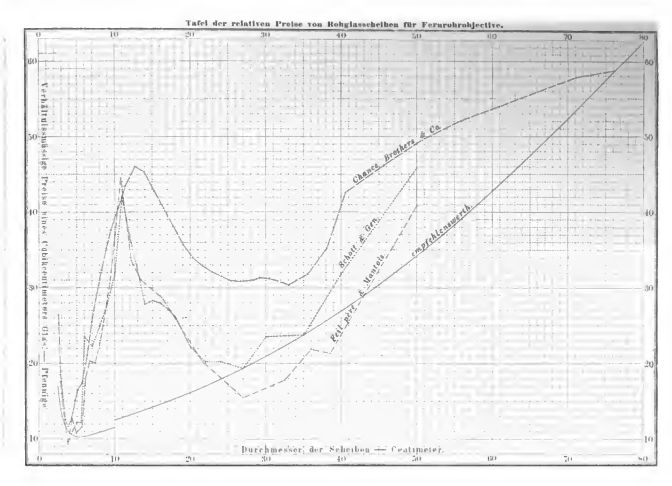
Käufern und Verkäufern optischer Gläser dürfte eine Vergleichung der Preise, wie sie von den bedeutendsten Firmen für kreisförmige Scheiben verschiedener Durchmesser notirt werden, nicht ohne Interesse sein. In beifolgender Tafel (s. f. S.) habe ich eine solche Zusammenstellung in graphischer Form nach den Verzeichnissen der drei Firmen: 1) Schott und Gen. in Jena, 2) Feil père & Mantois in Paris, 3) Chance Brothers & Co. in Birmingham, angefertigt.

Vergleichbar sind die Preise leicht, da sämmtliche Scheiben dieselbe Form haben nämlich etwa $^1/_{10}$ des Durchmessers zur Dicke. Die horizontale Abscissenaxe der Tafel giebt die Durchmesser der Scheibe in Centimetern, die Ordinaten stellen das Verhältniss des Preises der Scheibe zu ihrem Cubikinhalte dar, und zwar denjenigen Zahlenwerth, welcher erhalten wird, wenn man den Preis, ausgedrückt in deutschen Reichspfennigen, dividirt durch die Anzahl von Cubikcentimetern, welche in der Scheibe enthalten sind, d. h. durch den Ausdruck $^1/_{40}\, \pi d^3$, wo d den Durchmesser bedeutet. Demnach geben also die an den Ordinaten der Curven abgelesenen Zahlen direct den Preis in Pfennigen an, welcher auf einen Cubikcentimeter Glas in der Scheibe von dem betr. Durchmesser entfällt. In den Preis- und Maassangaben der französischen, bezw. englischen Firma wurde 1 Fr. = 80 Pf., 1 Lb. = 2040 Pf. und 1 Zoll engl. = 25,4 mm gerechnet.

Ein Blick auf die Tafel lässt bei allen drei Firmen ein eigenthümliches Missverhältniss zwischen den Preisen kleinerer und grösserer Scheiben erkennen. Beispielsweise stellt sich das Verhältniss der relativen Preise für Feils 108 mm zu seinem 270 mm Discus folgendermaassen: Die cubischen Inhalte dieser beiden Stücke verhalten sich wie 108^3 zu 270^3, also wie 1 zu 15,455, während die absoluten Preise, 55 und 300 Francs, sich verhalten wie 1 zu 5,455; die kleinere Scheibe ist demnach verhältnissmässig fast dreimal so theuer als die grössere, wie aus den Ordinaten der Tafel direct zu ersehen.

Dass die jetzt bestehenden Preisnotirungen keine rationellen sind, geht am Klarsten aus folgender Betrachtung hervor: Ein Abnehmer braucht z. B. 15 Linsen von 10,8 cm Durchmesser. Diese kosten bei Feil 825 Francs; nimmt er jedoch die grosse Linse von 27 cm Durchmesser und lässt 15 Stück à 10,8 cm daraus ramolliren, so zahlt er nur 300 Francs = $36^1/_3$% (!) Ueberdem wird der Glasschmelzer natürlich in solchem Falle nicht ohne Weiteres eine so werthvolle Scheibe von 27 cm zerschneiden, sondern verwendet kleinere Stücke und erzielt dadurch für sich noch gleichzeitig Vortheil. Aehnliches gilt in wenig gemildertem Maasse von Schotts Preisen und auch selbst von denen Chance's.

Ich habe deshalb versucht durch Einzeichnung noch einer vierten mit „empfehlenswerth" bezeichneten Curve in der Tafel einen Verchlag zu einer systematischeren Preisnormirung zur Anschauung zu bringen, welcher den obigen Uebelständen zu begegnen geeignet sein dürfte. Als Fixpunkte dieser Curve wurden, wie ersichtlich, angenommen: Der allgemeine Durchschnittspreis für kleinere Scheiben, der Preis für 27 cm und der für 35 cm von Schott & Gen., endlich der für 30 Zoll engl. von Chance Br. & Co.


Tafel der relativen Preise von Rohglasscheiben für Fernrohrobjective.
Verhältnissmässige Preise eines Cubikcentimeters Glas: — Pfennige
Durchmesser der Scheiben — Centimeter
Chance Brothers & Co.
Schott & Gen.
Feil père & Mantois
empfehlenswerth

Die Aufbiegung am Anfang der von mir entworfenen Curve ist bedingt durch die verhältnissmässig grösseren Formkosten kleinerer Stücke, die Unterbrechung bei 10 cm durch die Mehrkosten für Politur beider Planflächen der Grössen von 11 cm und darüber.

Nachstehend findet man in der ersten Columne die Durchmesser der Scheiben, in der zweiten die Preise von Schott & Gen. und in der dritten Columne die Preise, wie sie die mit „empfehlenswerth“ bezeichnete Curve ergiebt.

Durchmesser	Preis		Durchmesser	Preis		Durchmesser	Preis	
	Schott & Gen.	empfehlenswerth		Schott & Gen.	empfehlenswerth		Schott & Gen.	empfehlenswerth
mm	Mark	Mark	mm	Mark	Mark	mm	Mark	Mark
25	—	0,21	110	44	13,70	300	500	446
30	—	0,28	120	50	18,30	350	800	800
35	—	0,39	130	56	23,90	400	1600	1360
40	0,5	0,55	140	60	30,60	450	—	2200
45	0,8	0,75	150	75	38,70	500	4500	3410
50	1,2	1,00	160	90	48	550	—	5060
55	1,6	1,34	170	105	59	600	—	7310
60	4	1,76	180	120	72	650	—	10300
70	6	2,86	200	140	103	700	—	14100
80	10	4,40	220	170	144	750	—	19000
90	16	6,40	240	220	197	800	—	25300
100	25	9,10	270	300	300			

Die drei genannten hervorragenden Fabrikanten optischer Gläser würden demnach ihren Kunden in dankenswerther Weise entgegenkommen und den Abschluss von Geschäften erleichtern, wenn sie aus vorstehenden Gründen eine Preis-Echellirung ähnlich der vorgeschlagenen herbeiführen möchten.

Referate.

Das Passagen-Mikrometer.

Von Dr. C. Braun. *Ber. d. Erzbischöflich Haynald'schen Observatorium zu Kalocsa in Ungarn über die daselbst in den ersten fünf Jahren (1879—1884) ausgeführt. Arbeiten. Münster 1886.*[1] *S. 163.*

Das Passagen-Mikrometer ist bereits im Jahre 1864 von Dr. C. Braun zu dem Zwecke angegeben worden, die persönliche Gleichung zu beseitigen. Der Apparat ist zwar bis jetzt nicht zur Ausführung gelangt, hat aber doch inzwischen mancherlei Verbesserungen in seiner Construction erfahren, so dass Verf. eine erneute ausführliche Beschreibung für angezeigt hält, letzteres auch aus dem Grunde, weil der Apparat in verschiedenen Werken nicht ganz den Intentionen des Verf. entsprechend aufgefasst worden ist.

Im Wesentlichen besteht der Apparat aus einem Uhrwerk, welches einen beweglichen Faden durch das Gesichtsfeld des Fernrohres mit der Geschwindigkeit des Sternes hindurchführt. Da die scheinbare Bewegung dieses letzteren um so grösser ist, je näher er sich dem Aequator befindet, so muss der Gang des Uhrwerkes mit Hilfe eines Regulators verschiedenen Geschwindigkeiten angepasst werden können. In der älteren Construction konnte die Geschwindigkeit in den Grenzen 1 bis 3 variirt werden, so dass auch Sterne in der Nähe des Poles beobachtet werden konnten, in der neueren Anordnung hält Verf. die Bewegung des Fadens innerhalb der Grenzen der Geschwindigkeit, welche die Sterne von 0 bis 63° Declination besitzen; der Apparat wird dadurch bedeutend weniger complicirt,

[1]) Diese Berichte, welchen wir schon im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift, S. 401 eine kurze Notiz widmeten, enthalten mehrere beachtenswerthe Capitel aus dem Gebiete der Instrumentenkunde, welchen wir nach und nach einzelne Referate widmen wollen. D. Red.

auch ist in höheren Declinationen der Einfluss der persönlichen Gleichung von geringerem Belang. Die Aufgabe des Beobachters besteht nun darin, während Faden und Stern sich mit gleicher oder nahezu gleicher Geschwindigkeit durch das Gesichtsfeld bewegen, letzteren mit dem Stern zur Coincidenz zu bringen, so dass er mit ihm in gemeinsamer Bewegung voranschreitet; der Beobachter hat also wesentlich den Faden auf einen relativ ruhenden Stern zu pointiren. Ist diese Coincidenz erreicht, so wird durch Druck auf einen Taster der Contactapparat einer Uhr in Thätigkeit gesetzt, so dass beim nächstfolgenden Secundenschlag ein Strom geschlossen wird; dieser bleibt geschlossen und die folgenden Pendelschläge haben keinen Einfluss mehr. Durch den Strom wird ein kleiner Elektromagnet erregt und in demselben Moment durch eine geeignete Bremsung die Bewegung des Fadens arretirt, ohne dass jedoch das Uhrwerk selbst aufgehalten würde. Danach wird der Stand der Mikrometerschraube abgelesen und man kennt somit den Abstand des Fadens vom Mittelfaden in einem vollkommen genau bestimmten Momente. — Ein Uebelstand des älteren Apparates lag darin, dass zwei Mikrometerschrauben erforderlich und zwei Mikrometertrommeln abzulesen waren; ferner musste durch das Einstellen des Fadens auf den Stern mittels der zweiten Mikrometerschraube die erste Schraube longitudinal verschoben werden, wodurch der Eingriff mit dem Uhrwerke erschwert wurde; in der neuen Einrichtung konnte durch Anwendung der sogenannten *indepedent motion* eine einzige Mikrometerschraube von unveränderter Lage für ausreichend erachtet werden und ferner ist durch Anordnung eines Typendruckwerkes das Ablesen während der Beobachtung in Wegfall gekommen. Wir wollen im Folgenden die Einrichtung des Apparates kurz skizziren.

An dem Ocularende eines grösseren Meridian-Instrumentes ist seitlich der ganze Mechanismus befestigt, während auf der entgegengesetzten Seite des Objectivkopfes ein Gegengewicht angebracht ist. Das Triebwerk, welches sich zwischen zwei grossen Platinen befindet, in denen die Zapfen der zahlreichen Wellen gelagert sind, wird durch eine grosse starke Feder angeregt; durch eine Kette wird die Kraft auf eine Schnecke und das mit ihr verbundene Rad übertragen und von hier mittels vier anderer in einander greifender Räder auf das Trieb des (Centrifugal-) Regulators übersetzt. Die cylindrisch abgedrehte Axe des letzteren hat in der Nähe des Getriebes ein kurzes Schraubengewinde, auf welches ein U-förmiger Bügel aufgeschraubt ist, der den Centrifugalmassen zur Aufnahme dient. Auf dem cylindrischen Theil der Welle sitzt ein leicht verschiebbares Röhrchen, das vorn in einen kegelstumpfförmigen Ring endigt und mit den Centrifugalmassen in Verbindung steht; die Bewegung dieses Röhrchens geschieht parallel der Axe des Regulators. Wenn der Apparat in Gang kommt, bleibt der Regulator in der Ruhelage, bis die Geschwindigkeit auf 4 Rotationen pro 1 Secunde steigt; dann entfernen sich die Massen von einander und gleichzeitig wird das Röhrchen nach links verschoben — der Centrifugalkraft wirken hierbei entweder Spiralfedern oder federnde Ringe entgegen, — bis bei der Geschwindigkeit von 9 Rotationen die extremste Stellung erreicht ist. Nun sitzt auf der linken Seite der Cylinderaxe ein zweites Röhrchen, das in einen hohlen Kegelstutz endigt, welcher den kegelförmigen Ring des ersten Röhrchens in sich aufnehmen kann. Dieses zweite Röhrchen ist mittels einer Schraube in einem Intervall von 11 mm verschiebbar; je nach der Stellung desselben richtet sich die Bewegung des ersten Röhrchens und regulirt sich daher die Geschwindigkeit der Bewegung; mittels einer arbiträr getheilten Scheibe und eines Index kann die eben erwähnte Schraube nach der Declination des zu beobachtenden Sternes eingestellt und damit dem Triebwerke die Geschwindigkeit des Sternes ertheilt werden. — Die Bewegung des Regulators wird nun durch eine weitere Räderübersetzung auf ein an der Mikrometerschraube befestigtes Trieb übertragen. Die Uebersetzung ist so gewählt, dass bei der Maximalgeschwindigkeit des Regulators — etwa 9 Rotationen in der Secunde — die Mikrometerschraube 0,40 Rev. pro 1^s macht. Für eine Focaldistanz von 2 m und eine Ganghöhe der Schraube von etwa 0,36 mm ist dies dann das richtige Verhältniss für die Aequatorealsterne; für andere Sterne hat man die Regulatorschraube entsprechend einzustellen und es bewegt sich dann Faden und Stern in gleicher Geschwindigkeit durch das Gesichtsfeld.

Um ferner den beweglichen Faden auf den Stern zu pointiren, dient eine die äussere Wand des Uhrwerkes durchsetzende Welle, welche nach aussen in einen Knopf endigt und nach innen ein Rad trägt, das in das Haupttriebwerk eingreift; bei den gewählten Dimensionen wird durch eine Drehung des äusseren Knopfes die Mikrometerschraube um etwa 0,1 Rev. gedreht und zwar wird diese Wirkung stets in derselben Grösse erreicht, ob die Mikrometerschraube in ruhendem Zustande oder in irgend einer Bewegung sich befindet; es kann also sehr leicht die genaue Pointirung des Fadens auf den bereits in relativer Ruhe befindlichen Stern erzielt werden. Es handelt sich nun darum, den Stand der Mikrometerschraube im Beobachtungsmoment zu bestimmen; hierzu dient ein Typendruckwerk. Die Lage der Mikrometerschraube wird an zwei Trommeln zur Darstellung gebracht; dieselben liegen neben einander, sind aber auf verschiedenen Wellen befestigt, deren Triebe in das Haupttriebwerk eingreifen; die Bewegung der Trommeln ist so gewählt, dass die eine 30 Umdrehungen macht, während die andere eine Umdrehung vollzieht. Eine dritte neben den beiden ersteren liegende feste Trommel trägt den Indexstrich. Nahe über den drei Trommeln läuft ein mit Druckfarbe versehener Papierstreifen, welcher, nachdem man durch Druck auf den Taster das Typendruckwerk eingeschaltet hat, bei jedem Secundenschlag gegen die drei Kreise gedrückt wird und ein Bild des Standes der Trommeln abdrückt; bei jedem Secundenschlag vollzieht sich also automatisch die Aufzeichnung einer vollständigen Transit-Beobachtung. Zu gleicher Zeit aber wird auch auf dem durch den Chronographen laufenden Papierstreifen jede dieser Secunden registrirt, so dass also die auf dem Streifen des Typendruckwerkes befindlichen Ablesungen den auf dem Chronographenstreifen registrirten Secunden entsprechen. Um Irrungen über die Zusammengehörigkeit der auf den beiden Streifen befindlichen Zeichen zu vermeiden, schlägt Verf. vor, den Strom während fünf Secunden geschlossen zu lassen, dann eine Secunde zu pausiren, hierauf wieder zu schliessen u. s. w. Während solcher fünf Secunden muss man also immer den Faden mit dem Stern in Coincidenz erhalten.

Zur Arretirung des Uhrwerkes dient eine mechanische Vorrichtung. Auf den die Centrifugalmassen tragenden Bügel des Regulators ist ein Ring aufgeschraubt, gegen den mittels eines Excenters ein federnder Bremsarm angelegt werden kann, der das Uhrwerk in wenigen Secunden zum Stehen bringt.

Eine besondere Einrichtung ermöglicht es, wenn mehrere Beobachtungsreihen ausgeführt sind, den Faden zugleich mit den Typentrommeln rückwärts zu bewegen, so dass der Faden in seine Anfangsstellung zurückgeführt wird, ohne dass seine relative Lage zu den Typentrommeln alterirt wird. — Endlich kann noch eine Einrichtung getroffen werden, um den Apparat für die Beobachtung mit umgelegtem Fernrohre oder für Sterne in unterer Culmination auch in entgegengesetzter Richtung benutzen zu können. — Wir müssen uns versagen, auf diese Einrichtungen an dieser Stelle näher einzugehen, wie wir auch auf eine nähere Beschreibung des Typendruckwerkes, sowie des Arrangements der elektrischen Registrirung verzichten müssen. Unser Zweck war, die Herren Mechaniker auf den interessanten und beachtenswerthen Apparat aufmerksam zu machen; bezüglich der genauen Einzelheiten müssen wir auf das Originalwerk verweisen, welches wir Interessenten gern zur Verfügung stellen.

Was die vermuthlichen Leistungen des Apparates betrifft, so hofft Verf., dass die Genauigkeit schon einer einzelnen Beobachtungsmarkirung bis auf 0,01ˢ gehen werde und theilt folgendes Urtheil Airy's über die frühere, unvollkommenere Einrichtung mit: „Die Arrangements in allen Theilen sind theoretisch betrachtet sehr schön und wenn der Apparat mit mechanischer Vollkommenheit ausgeführt würde, so dürfte wahrscheinlich die angegebene Genauigkeit erreicht werden". Dass aber bei dem heutigen Stand der Technik der genau durchdachte Apparat vollkommen ausgeführt werden kann — daran ist nach Ansicht des Verf. wohl nicht zu zweifeln. W.

Eine neue Normal-Sinus-Bussole.

Von Th. Gray. *Phil. Mag. V. 22. S. 368.*

Zwei Aufgaben sind bei der Construction von Normalbussolen zu lösen, einmal das Feld in der Nähe der Nadel gleichförmig zu gestalten und zweitens den Apparat so ein-

zurichten, dass die Constante desselben sich aus seinen Dimensionen möglichst leicht berechnen lässt. Nach der Theorie kann das erste Ziel im Wesentlichen auf zwei Wegen erreicht werden; entweder muss der Radius der Rolle möglichst gross gegen die Nadel sein, oder die Rolle muss gegen ihren Radius sehr lang sein. Bisher wurde fast ausschliesslich der erste Weg eingeschlagen; bei der Helmholtz'schen Anordnung ist die Abweichung von der Gleichförmigkeit durch Anwendung zweier Rollen eliminirt. Die Berechnung der Galvanometerconstante setzt aber bei diesen Anordnungen eine äusserst genaue Messung der Dimensionen des Apparates voraus. Gray löst die Aufgabe, das Feld gleichförmig zu gestalten, auf dem zweiten Wege und zeigt, dass die Constante dabei fast allein von der Zahl der Windungen abhängt, welche die Rolle pro Centimeter trägt, also einer sehr leicht mit grosser Präcision zu bestimmenden Grösse, zumal wenn man die Wicklung auf der Maschine ausführt. — Ein Rohr, dessen Länge etwa das Zehnfache seines Durchmessers beträgt, ist mit einer Drahtschicht bedeckt und kann um eine verticale Axe über einem mit Stellschrauben versehenen Fussbrett gedreht werden. Zum Schutze gegen Verbiegung stützt sich das Rohr auf zwei Füsse, die auf dem Fussbrett gleiten. An letzterem befindet sich auf dem Rande eine Scale, an welcher man die Drehung des Rohres abliest. In der Mitte des Rohres hängt ein kleiner magnetischer Planspiegel; auf dem einen Boden befindet sich eine kleine Scale, die von einem darunter angebrachten schräg stehenden Spiegel oder einem Prisma beleuchtet wird, darüber ein Spiegel. In dem anderen Boden des Rohres ist das Ablesetelenskop angebracht. Der Apparat wird zunächst so aufgestellt, dass das Bild der Mitte der Scale auf das Fadenkreuz fällt; wird dann ein Strom durch die Rolle geschickt, so wird der Spiegel abgelenkt, und man dreht die Rolle, bis derselbe Theilstrich der Scale wieder im Fadenkreuz erscheint; der Strom ist dann dem Sinus der Drehung der Rolle proportional. *L.*

Untersuchung über Nadelinclinatorien.

Von E. Leyst. *Repertorium für Meteorologie. St. Petersburg 1887. Bd. X. No. 5.*

Die Untersuchung bezweckt eine Prüfung der Nadelinclinatorien auf ihre Leistungsfähigkeit, Bestimmung ihrer Correctionen und Darlegung der Mängel der bisher üblichen Instrumente. Die Arbeit zerfällt in zwei Theile, von denen der erste den Correctionen der Inclinationsnadeln, der zweite der Justirung der Inclinatorien gewidmet ist. Die Beobachtungen wurden an drei Nadelinclinatorien (von Dover und Adie) im Pawlowskaer Observatorium vorgenommen und nach den Angaben des Magnetographen desselben Observatoriums corrigirt. —

Erfahrungsgemäss geben nicht alle Nadeln unter sonst gleichen Umständen gleiche Inclinationen, sondern bedürfen meist einer Correction, um die beobachtete Inclination in die wahre zu verwandeln. Gewöhnlich werden die Correctionen an das Mittel aller Ablesungen angebracht; Verf. zieht es jedoch vor, die einzelnen Ablesungen zu corrigiren, um eine bessere Kritik der Beobachtungen zu ermöglichen; die Fehlerquellen, welche auf die Angaben der Nadeln einwirken, sind mannigfacher Art, nicht vollkommen cylindrische Gestalt der Zapfen, zufällige Reibungseinflüsse, Ablesungsfehler u. s. w. Verf. untersucht die einzelnen Ursachen in eingehendster Weise; wir wollen im Folgenden einige besonders bemerkenswerthe Resultate hervorheben. Eines der werthvollsten und interessantesten Resultate der Beobachtungen ist der Nachweis der Aenderung, welche die Nadelcorrection im Laufe der Zeit erfährt, wenn sie sehr stark benutzt worden ist. Die mikroskopische Untersuchung der Zapfen der am Meisten gebrauchten Nadeln ergab, dass die ursprünglich ganz vorzüglich polirten Zapfen zahlreiche quer zur Längsaxe gerichtete kleinere und grössere Risse zeigten, die wahrscheinlich den Achatlagern des Inclinatoriums ihre Entstehung verdanken. Je grösser daher die Anzahl der von derselben Nadel gelieferten Beobachtungsreihen ist, desto unsicherer werden die Correctionen, weil die Nadel auf den rauhen Stellen grösseren Reibungseinflüssen ausgesetzt ist. Wo die Nadel zur Ruhe kommt, da ist sie den Reibungseinflüssen am Zugänglichsten und wird sich leicht in einer fehlerhaften Lage ein-

stellen, ohne dass der Beobachter bemerkt, dass die Nadel nicht die richtige Inclinationsrichtung hat. Zwei unmittelbar auf einander folgende Einstellungen und Ablesungen werden daher auch zumeist gleiche Fehler aufweisen. Man kann daher ohne Weiteres aus zwei auf einander folgenden Einstellungen in derselben Lage keinen sicheren Schluss auf die Güte der Nadel oder der Beobachtungen ziehen und es ist daher besser, statt Serien mit zwei einander unmittelbar folgenden Einstellungen zu machen, zwei Beobachtungsreihen mit einmaligen Einstellungen hinter einander auszuführen, ohne dass die Nadel inzwischen ummagnetisirt wird. Nach diesem Princip sind die in der Abhandlung aufgeführten Messungen angestellt, so dass die einander folgenden Serien gänzlich unabhängig von einander sind. — Ist auf dem Zapfen erst einmal eine rauhe Stelle entstanden, so wird sie naturgemäss durch die bei jeder Beobachtung eintretenden Schwankungen der Nadel vergrössert, die rauhe Stelle verändert ihre Form, und damit ändert sich auch gleichzeitig die Ruhelage der Nadel. Die mitgetheilten Beobachtungen nöthigen zu der Annahme, dass wenigstens bei den älteren Nadeln die Einstellungen mehr durch Reibungseinflüsse als durch Inclinationsänderungen beeinflusst werden. Daher scheint es nach der Ansicht des Verfassers geboten, die Axen der Nadeln häufig zu erneuern oder aufzupoliren, wobei die Correction natürlich von Neuem zu bestimmen ist. — Beobachtet man mit demselben Instrument unter anderen erdmagnetischen Breiten, die gegen den gewöhnlichen Beobachtungsort eine beträchtliche Differenz der Inclination zeigen, so können lange gebrauchte Nadeln trotzdem gute Resultate ergeben, weil nun andere Zapfenstellen aufliegen, die vorher geschont waren; natürlich verändert sich aber hierbei die Correction. Dasselbe ist der Fall, wenn man diese Nadeln in anderen (als den ihnen zugehörigen) Inclinatorien zur Beobachtung verwendet; zahlreiche von dem Verfasser über diesen letzten Punkt angestellte Versuche ergeben, dass das Inclinatorium, bezw. die mehr oder minder richtige Justirung desselben einen unverkennbaren Einfluss auf die Nadelcorrection ausübt. In der Praxis kommen natürlich nur die Correctionen der Nadeln in den zugehörigen Inclinatorien zur Verwendung. —

Der zweite Theil der Arbeit beschäftigt sich mit der Justirung der Inclinatorien selbst. Die Fehler der alten Instrumente, wie sie noch Gauss benutzte, sind durch die neueren Constructionen zum grossen Theile gehoben, doch bleiben immerhin noch mancherlei Mängel übrig. Wie bereits erwähnt, wird die Nadelcorrection in sehr auffallender Weise von der Justirung des Instrumentes beeinflusst. Der Verfasser sagt hierüber: „Man muss diese Differenzen (in den Correctionen derselben Nadel in verschiedenen Inclinatorien) selbst nach einander beobachtet haben, um an die Möglichkeit derselben zu glauben, und alsdann wird man auch wissen, wie weit eine gefundene Correction Nadelcorrection und von der Justirung abhängige Inclinatoriencorrection ist.“ Gauss nahm bei der Ableitung seiner Correctionsformeln an, die durch Excentricität entstandenen Fehler würden durch die Ablesungen in beiden Kreislagen eliminirt, hingegen führt er Collimation und excentrische Lage des Schwerpunktes in seine Formeln ein. Die eingehenden Versuche des Verfassers ergeben aber, dass bei keinem Instrument durch das übliche Verfahren die Excentricität aufgehoben wird, und dass dies mit der ungleichen Länge der beiden Nadelhälften zusammenhängt. Es zeigen sich aber noch andere sehr erhebliche Mängel in der Justirung, und zwar Mängel, deren Einfluss sich in einigen Lagen des Kreises und der Nadel summirt, in andern aufhebt, aber Beides nur theilweise. Wenn die Ablesungsmikroskope richtig justirt wären, so müsste eine Drehung derselben um volle 180° die Mikroskopfäden gegen die Nadel in dieselbe Lage bringen und die Ablesung dürfte somit nicht beeinflusst werden. Dies traf aber bei dem in Rede stehenden Instrument (Dover) nicht zu, woraus hervorgeht, dass die Drehungsaxe der Mikroskope nicht mit der Drehungsaxe der Nadel zusammenfiel, d. h. die Mikroskope excentrisch befestigt waren. — Ganz abgesehen davon, dass die beide Nadelspitzen verbindende Gerade mit den beiden Mikroskopfäden nicht gleichzeitig zur Deckung gebracht werden konnte, standen beide Nadelspitzen, je nachdem die Mikroskope oben oder unten gebraucht wurden, bald östlich, bald westlich von der Fadenlinie und überdies bald in grösserer, bald in geringerer Entfernung von derselben. Der erstere Fehler findet seine Er-

klärung durch die Annahme, dass (neben der excentrischen Befestigung der Mikroskope) die Verbindungslinie der Mikroskope nicht durch ihre Drehungsaxe geht, die Mikroskope also seitlich stehen müssen; der zweite Fehler durch die Annahme, dass die Mikroskope in ungleicher Entfernung vom Centrum des Kreises stehen. Durch das Umlegen der Instrumente wird aber keiner der hier beobachteten Mängel, weder in den alten noch in den neuen Inclinatorien eliminirt, wie bisher allgemein angenommen wurde. Eine weitere grosse Fehlerquelle ist die Abweichung der Richtung des Mikroskopes von der Normalen zur Nadelebene und die Untersuchung ergiebt, dass der hierdurch entstehende Fehler desto grösser ist, je grösser diese abweichende Richtung, je weiter die Nadel vom Verticalkreise entfernt und je kürzer die zu benutzende Nadel ist; auch die nicht radiale Richtung des Mikroskopfadens ist eine wichtige Fehlerquelle, die ebenso wie jede andere berücksichtigt werden muss, während man derselben bisher keine besondere Bedeutung beilegte. Alle durch die Nonien und Mikroskope veranlassten Fehler sind von der Inclination abhängig; überdies hat jedes der beiden Mikroskope seine eigenen Fehler. In Folge dessen darf das obere Mikroskop nur oben und das untere nur unten bei den regelmässigen Beobachtungen benutzt werden; vertauscht man die Mikroskope, so ändert sich die Correction des Inclinatoriums und auch gleichzeitig die Correction der Nadeln, da die letzteren nur als Correctionssummen der Nadel- und der Inclinatoriumscorrectionen bestimmt werden. — Zum Schluss untersucht der Verfasser den Einfluss der Justirung auf die Zuverlässigkeit der Bestimmung und Benutzung des Meridians. Die Zapfen der Nadeln sind nicht mathematisch genau senkrecht zur Nadelebene, so dass auch beim richtigen Meridian die eine Nadel mehr, die andere weniger vom Meridian abweicht, obgleich die Zapfenaxe senkrecht zum Meridian gebracht ist. Ausserdem bringt die nicht rechtwinklige Lage der Zapfen zur Nadelebene ebenso wie ungleiche Dicke der Zapfen die magnetische Axe aus der Meridianebene heraus, indem der Südpol der Nadel sich nicht zum magnetischen Südpol richtet, sondern eine Neigung nach Ost oder West enthält.

Der Verfasser hebt alle diese und noch andere nicht unwesentliche Mängel hervor, weil die Hand- und Lehrbücher sich damit begnügen, die von Gauss aufgezählten Mängel in bestimmter Zahl zu reproduciren; es würde jedoch zu weit führen, an diese Stelle näher auf die Einzelheiten einzugehen; wir verweisen daher den sich interessirenden Leser auf die Originalabhandlung. *B.*

Ausflussspitze für Büretten.

Von W. Leybold. *Zeitschr. f. anal. Chemie.* ***26.*** *S. 230.*

Die Ausflussspitze ist oben angeschmolzen und hat 1 cm unter dem geschlossenen Ende ein seitliches Loch. Dadurch entfällt die Anwendung der bei Mohr'schen Büretten bisweilen statt des Quetschhahnes benutzten Glasstäbchen oder Glaskügelchen. *Wgsch.*

Constanter Gasentwicklungsapparat.

Von Chr. Steenbach. *Journ. f. prakt. Chemie. N. F.* ***35.*** *S. 364.*

Der Hauptbestandtheil des Apparates hat wie der von Norblad (S. d. Referat in dies. Zeitschr. 1886, S. 280) die Form eines U-Rohres, dessen längerer Schenkel sich oben zu einem als Säurereservoir dienenden kugelförmigen Gefäss erweitert, während im kürzeren sich der Behälter für das feste Material zur Gasentwicklung befindet. Abweichend von dem Norblad'schen Apparat ist aber an der Krümmung des U-Rohres ein nach abwärts führendes Rohr angeschmolzen, welches in den einen Tubulus einer Woulff'schen Flasche eingesetzt ist; die bei der Gasentwicklung entstehende specifisch schwerere Salzlösung sinkt in die Flasche hinab und hindert daher nicht den Zutritt frischer Säure zum festen Material. Die Salzlösung kann durch ein in den zweiten Tubulus eingesetztes Rohr abgehebert werden. Der Apparat kann auch zur Chlorentwicklung aus Braunstein dienen; der Braunsteinbehälter wird dann mit einem Bleirohr umwickelt, durch welches Wasserdampf geleitet wird. *Wgsch.*

Gasentwicklungsapparat für die gasometrische Analyse.

Von Alex. Ehrenberg. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **26.** *S. 226.*

Der im Folgenden zu beschreibende Apparat dient zur elektrolytischen Entwicklung von Sauerstoff und Wasserstoff oder von Knallgas und ist insbesondere zur Ersetzung des Bunsen'schen Apparates für elektrolytische Entwicklung von Wasserstoff (Gasometrische Methoden, S. 81) bestimmt. Ein weites, nach unten sich glockenförmig verengendes Glasgefäss (abgesprengte Flasche) ist oben und unten durch Hartgummiplatten verschlossen; die Dichtung wird durch Harzkitt bewirkt. Die obere Platte hat drei Bohrungen, in die zwei weite, unten offene Röhren mit oben aufgesetzten Gasentwicklungsröhren (von derselben Form wie bei dem erwähnten Bunsen'schen Apparat) und ein engeres kurzes mit einem Kautschukstopfen verschlossenes Rohr eingesetzt sind; durch letzteres entweicht die Luft bei der Füllung des Apparates (mit verdünnter Schwefelsäure). In die untere Hartgummiplatte ist ein Hahnrohr zur Entleerung des Apparates eingesetzt; ausserdem durchsetzen sie die mit Kautschuk überzogenen Zuleitungsdrähte aus Platin für drei Platinblechelektroden, von denen zwei sich in dem einen weiten Rohr befinden, während die dritte in dem anderen Rohr untergebracht ist. Die Platindrähte sind durch Kupferdrähte mit drei auf der oberen Hartgummiplatte angebrachten Polklemmen verbunden. Man kann nun entweder die beiden in einem Rohr liegenden Elektroden benutzen (Entwicklung von Knallgas) oder nur die eine davon und die einzelne Elektrode in dem zweiten Rohr (getrennte Entwicklung von Wasserstoff und Sauerstoff). Im ersteren Fall wird das unbenutzte Gasentwicklungsrohr durch einen Kautschukschlauch mit Glasstab verschlossen. Durch Anbringung von vier Polklemmen und eines Commutators kann auch das Umschrauben der Batteriedrähte erspart werden. Der ganze Apparat ist vertical verschiebbar an einem massiven Stativ befestigt; er kann auch als Knallgasvoltameter benutzt werden, wenn das Rohr mit den beiden Elektroden in Cubikcentimeter getheilt ist. Der Apparat wird vom Mechaniker Bühler in Tübingen geliefert. *Wgsch.*

Wasserluftpumpe.

Von Alverguint. *Scientific American 1887.* **56.** *S. 146 aus „La Nature“.*

Dem populären Aufsatze, welcher an der Hand von Abbildungen (darunter ein Vacuumexsiccator mit complicirtem Stativ zur Aufnahme mehrerer Gefässe und einem Manometer im Innern) die Anwendung der Wasserluftpumpe und des Wassertrommelgebläses im Laboratorium bespricht, ist zu entnehmen, dass Alverguint seinen Wasserstrahlpumpen gegenwärtig die Form eines von der Mitte nach oben und unten sich conisch erweiternden Rohres giebt, an dessen engster Stelle seitlich das Rohr mündet, durch welches die Luft angesaugt wird. *Wgsch.*

Neue Gasbürette.

Von B. Franke. *Journ. f. prakt. Chemie. N. F.* **35.** *S. 259.*

Die Gasbürette des Verfassers hat Aehnlichkeit mit der bekannten Bunte'schen Gasbürette, gestattet aber ein bequemeres Arbeiten, wenn nur ein Bestandtheil eines Gasgemisches bestimmt werden muss. Der genau wie bei der Bunte'schen Bürette gestaltete Gasmessraum fasst zwischen den Hähnen genau 100 ccm; sein erweiterter Theil endet in ein kurzes enges Rohr mit einfachem Hahn. Auf der andern Seite schliesst sich an den Messraum, durch einen Hahn mit weiter Bohrung damit verbindbar, ein erweitertes Rohrstück an; dasselbe dient zur Aufnahme der Absorptionsflüssigkeit und kann mit einem eingeschliffenen Glasstöpsel verschlossen werden, durch den ein mit Hahn verschliessbares Rohr geht. Die Handhabung der Bürette ergiebt sich aus Folgendem: Ist der Messraum mit dem zu untersuchenden Gas gefüllt, so wird der Reagensbehälter luftfrei mit dem anzuwendenden Absorptionsmittel gefüllt, dann nach Oeffnung des Hahnes mit weiter Bohrung das Gas mit dem Reagens durchgeschüttelt; wenn die Lösung sich wieder im Reagensraum

gesammelt hat, wird bei abgesperrtem Messraum der Reageasbehälter ausgeleert und mit Wasser luftfrei gefüllt. Schliesslich wird das Gas durch Eintauchen der Bürette in ein mit Wasser gefülltes Staadgefäss auf normalen Druck gebracht. *Wgsch.*

Forstliches Messinstrument.

Von Forstmeister Dr. Stötzer. *Zeitschr. für Vermessungswesen 1887. S. 203. Aus der „Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung, Mai 1886“.*

Das einfache Instrument soll zur Ausführung der in der gewöhnlichen forstlichen Verwaltungspraxis vorkommenden geodätischen und nivellitischen Arbeiten untergeordneter Bedeutung dienen. Es besteht aus einer 30 cm langen und 2 cm breiten, an der einen Seite zugespitzten Messingplatte; auf derselben befindet sich eine justirbare Libelle, deren Fassung an der Seite so aufgeschnitten ist, dass ein unter 45° seitlich angebrachter Spiegel das Bild der Scale reflectirt. Die Messingplatte ist auf ihrer oberen Seite mit einer Längentheilung versehen; senkrecht zu derselben kann eine Scale, deren Theilung mit der Längentheilung der Platte correspondirt, leicht aufgesetzt werden; dieselbe bewegt sich in einem Falz hin und her und kann durch eine Schraube befestigt werden. Die Theile der Scale laufen in Zähne aus, über welche hinweg visirt wird.

Das Instrument kann zunächst zum Nivelliren mit Freihandgebrauch dienen. Der Beobachter lässt zu dem Zwecke das eine Ende in der ausgestreckten Hand leicht ruhen und drückt das zugespitzte Ende gegen die Nasenwurzel, so dass er gerade in den Spiegel hineinsieht. Ein Blick genügt, um das Einspielen der Blase zu constatiren und gleichzeitig an den Zähnen der verticalen Scale die Neigung der Visur (bis auf halbe Procente genau) abzulesen. Die Scale reicht für Steigungen bis zu 20%, doch können durch Anfügung einer Verlängerungsschiene auch höhere Steigungen beobachtet werden. Da die Visirstrahlen im Auge des Beobachters zusammenkommen und hier der geometrische Ort des Scheitels aller Visirwinkel ist, nicht aber am Endpunkte des Instrumentes selbst, so ist der Nullpunkt der Theilung um ein entsprechendes Stück rückwärts verlegt; der Betrag dieser Entfernung ist durch Versuche mit mehreren Personen ermittelt worden. Der sich hieraus für den einzelnen Beobachter etwa ergebende Fehler kann leicht ermittelt und bei den Beobachtungen berücksichtigt werden. — Zur Ausführung genauerer Nivellements wird das Instrument auf einen einfachen Stativstock aufgeschraubt; derselbe ist 1 m lang und mit einem kreisförmigen Kopf versehen, der zwei rechtwinklig sich kreuzende Einschnitte hat, so dass er als Kreuzscheibe zum Abstecken rechter Winkel dienen kann. — Auf denselben Stativ ruht das Instrument, wenn es zum Abstecken von Horizontalwinkeln benutzt werden soll; zu diesem Zwecke ist eine kleine Bussole beigegeben, welche auf der Messingplatte angebracht wird. — Der Apparat kann ferner zum Messen von Baumhöhen und endlich als Setzwage beim Waldwegebau dienen.

Das kleine Instrument wird von Mechaniker E. Bischoff in Meiningen mit Bussole und Stativstock, sowie einem Lederfutteral nebst Riemen zum Umhängen, zum Preise von 40 Mark geliefert. *W.*

Neu erschienene Bücher.

Das Licht im Dienste wissenschaftlicher Forschung. Von Dr. S. Th. Stein. Mit 170 Text-Abbildungen. 5. Heft. 2. Aufl. Halle, W. Knapp. M. 4,00.

Das vorliegende Werk ist nicht ein Lehrbuch im wissenschaftlichen Sinne, sondern will dem gebildeten Laien als orientirender und anregender Führer durch das Gebiet der Anwendung des Lichtes in Wissenschaft und Praxis dienen, nicht minder aber auch für den Fachmann ein Nachschlagebuch sein. Das Werk wird unter dieser Beschränkung recht nützliche Dienste leisten können und wir haben bereits in diesem Sinne im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 254 über die ersten vier Hefte berichtet.

Das vorliegende fünfte Heft behandelt zunächst die Photogrammetrie und Anwendung der Photographie für die Militärwissenschaften. Das von Herrn Dr. F. Stolze bearbeitete Kapitel über die Photogrammetrie giebt sehr dankenswerthe Aufschlüsse über diese neue Verwendung der Photographie, welche sich für bautechnische Zwecke sehr zu bewähren scheint, wenn sie auch für geodätische und topographische Zwecke den Anforderungen noch nicht entsprochen hat. — Es folgt dann ein längeres Kapitel über die optische Projectionskunst. Nach einigen einleitenden Bemerkungen werden die üblichen Projectionsapparate in ihren Haupttypen behandelt und die Hilfsapparate kurz vorgeführt; sodann folgen eingehende Mittheilungen über die Verwendung der Projectionsapparate zu Unterrichtszwecken, Experimente für den physikalischen und chemischen Unterricht, Projection mikroskopischer Gegenstände, anatomischer und zoologischer Präparate, sowie physiologischer Vorgänge u. s. w. Den Schluss bildet eine kurze Anleitung zur Anfertigung von Projectionsbildern. *W.*

O. R. Meissner, Beschreibung eines neuen Demonstrationsbarometers. Pillau 1887.

E. Selling, Eine neue Rechenmaschine. Berlin, Springer. M. 1,20.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 17. Mai 1887. Vorsitzender: Herr Fuess.

Die letzte Sitzung vor den Ferien hatte mehr den Charakter eines geselligen Zusammenseins und war der Besprechung der diesjährigen Landparthie gewidmet, die inzwischen zur allseitigen Zufriedenheit verlaufen ist.

Herr Polack machte einige Mittheilungen über die Herstellung und Verarbeitung des Bessemerstahles, auf Grund persönlicher Anschauung in den Bochumer Stahlwerken.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Charnierloser Zirkel. Von C. F. Müller in Chemnitz. No. 38113 vom 8. Juni 1886.

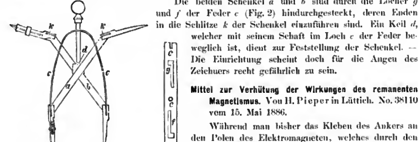


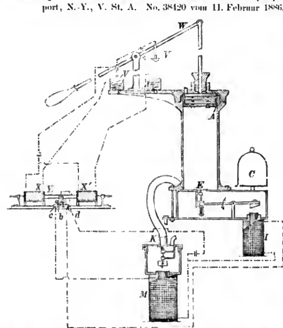
Fig. 1. Fig. 2.

Die beiden Schenkel *a* und *b* sind durch die Löcher *g* und *f* der Feder *c* (Fig. 2) hindurchgesteckt, deren Enden in die Schlitze *k* der Schenkel einzuführen sind. Ein Keil *d*, welcher mit seinem Schaft im Loch *e* der Feder beweglich ist, dient zur Feststellung der Schenkel. — Die Einrichtung scheint doch für die Augen des Zeichners recht gefährlich zu sein.

Mittel zur Verhütung der Wirkungen des remanenten Magnetismus. Von H. Pieper in Lüttich. No. 38110 vom 15. Mai 1886.

Während man bisher das Kleben des Ankers an den Polen des Elektromagneten, welches durch den in den Elektromagnetkernen nach der Stromunterbrechung zurückbleibenden Magnetismus verursacht wird, durch einen Ueberzug der Elektromagnetpole oder des Ankers mit nicht magnetischem Material zu vermeiden suchte, wodurch stets ein Kraftverlust bedingt ist, wird nach diesem Patent zwischen die sich anziehenden Theile (Pole und Anker) ein dünnes Blatt aus magnetischem Metall eingeschaltet. Dasselbe verliert vermöge seines geringen Querschnittes sofort nach dem Unterbrechen des Stromes den ihm mitgetheilten Magnetismus, so dass zwischen ihm und dem Anker eine Anziehung nicht mehr stattfindet.

Vorrichlung zum elektrischen Betriebe der Ventile einer Luftpumpe. Von A. B. Worth in Greenport, N.-Y., V. St. A. No. 38420 vom 11. Februar 1886.



An dem Hebel W zur Bewegung des Pumpenkolbens A sind zwei Contactstücke V angebracht, durch welche in den beiden Endlagen des Hebels die Stromkreise der Solenoide X und X' abwechselnd geöffnet und geschlossen werden. Der Kern Y wird hierbei einmal nach rechts, einmal nach links gezogen und das mit Y verbundene Contactstück b mit d, bezw. mit c in Berührung gebracht, wodurch die Stromkreise der Elektromagnete I und M geschlossen werden. Diese Magnete bewirken die Bewegung der Ventile E und K. Der Recipient ist mit C bezeichnet.

Neuerungen an Apparaten zur Messung von Elektricität. Von J. Canderay in Lausanne. No. 38302 vom 9. März 1886.

In diesem Apparate, welcher die Messung der durch einen Wechselstrom gelieferten Elektricitätsmenge gestattet, muss das Vorhandensein eines permanenten magnetischen Feldes verhindert werden. Dies wird durch Anwendung des Gesetzes der directen Anziehung und Abstossung der Ströme unter und gegen einander erreicht. Die Registrirung des Stromes erfolgt wie bei den in den Patentschriften No. 25542 und 26209 beschriebenen Strommessern durch eine von dem beweglichen Rahmen eines Elektrodynamometers bewegte, schwingende Nadel, deren mehr oder weniger grosse Ausschläge im Bereiche eines mit Zähnen besetzten, in regelmässige und conti-

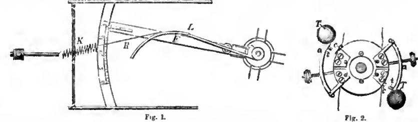


Fig. 1. Fig. 2.

nuirliche Drehung versetzten und die Zeiteinheit angebenden Cylinders eine veränderliche Anzahl von Contacten hervorrufen. Dadurch wird ein Sperrrad in Bewegung gesetzt, das andererseits das Rädergetriebe für die Zifferblätter des Registrirapparates in Drehung versetzt. Die Bewegung des Uhrwerkes erfolgt hier jedoch durch einen kleinen, mit Centrifugalregulator versehenen elektrodynamometrischen Motor, welcher nach Bedarf den inneren Betriebsstrom automatisch unterbricht und schliesst. Hierdurch wird der Motor seiner eigenen elektromotorischen Kraft beraubt.

Das Aufschwingen der oben genannten Nadel F erfolgt durch die Wirkung eines Fadens R (Fig. 1) einer Spirale K und eines gekrümmten Hebels L im Verhältniss zur Intensität des Stromes. Die Schwungkugeln T des den elektrodynamometrischen Motor regulirenden Centrifugalregulators (Fig. 2) sitzen an den Enden von Armen a mit Contacten t, die bei Abnahme des inneren Stromes für den drehbaren Spulenrahmen des Motors durch Berührung mit Contacten c den Stromkreis schliessen,

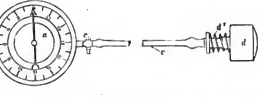
bei Zunahme dieses Stromes dagegen denselben unterbrechen, um eine gleichmässige Drehung des beweglichen Spulenrahmens des Motors und damit eine ebensolche des mit Zähnen besetzten Cylinders zu erreichen.

Zweitheilige Schraubenmutter mit entgegenwirkenden Schrauben zur Vermeidung des todten Ganges. Von A. Brosig in Habelschwerdt, Schlesien. No. 38563 vom 14. April 1886.

Zur Längsführung beider Muttertheile. *I II* ist ein Theil in den anderen stopfbüchsenartig eingesenkt, und gleichzeitig sind behufs veränderlicher Verstellbarkeit je nach der Abnutzung in entgegengesetzter Richtung wirkende Schrauben angeordnet, nämlich zwei Schrauben *a a*, welche den Abstand von *I* zu *II* zu vergrössern, und zwei um 90° von *a a* abstehende, welche denselben zu verkleinern streben.

Apparat zur Messung der durch den Blutdruck erzeugten Arterienspannung. (Sphygmo-Manometer). Von Basch in Wien. No. 38529 vom 27. Juli 1886.

Die Arterie wird durch die aus weichem Kautschuk hergestellte Pelote *b*, welche mit einem Mantel *d* umschlossen und mittels Kautschukschlauches *c* mit einem nach dem Princip der Aneroidbarometer construirten Manometer *a* verbunden ist, vollständig comprimirt; dann wird an dem Manometer die Grösse des hierzu erforderlichen Druckes abgelesen.

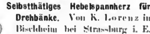


Das gesammte communicirende Lumen ist mit Flüssigkeit gefüllt; der Dreiweghahn *e* dient zur Füllung. *d* ist auf dem Rohre leicht beweglich, mit der Feder d^1 verbunden und hat den Zweck, das seitliche Ausbauchen von *b* zu verhindern.

Geschwindigkeitsmesser. Von E. Schneider in Gaarden bei Kiel. No. 38687 vom 28. August 1886.

Mit der Welle *d*, die durch die Räder *c b* angetrieben wird, ist der Flantsch *K* fest verbunden, auf welchem der schwere Teller *s* lose aufruht. An dem letzteren sind die federnden Ringe *r r'* und die Rotationsmassen *m* angebracht. Bei Drehung der Welle *d* wird *s* durch Reibung mitgenommen, wodurch *r m* zur Wirkung kommt und mittels *r'* und der Zahnstange *n* der Zeiger eingestellt wird. Der Teller *s* und dessen Reibungsantrieb haben den Zweck, zu verhindern, dass bei rasch wechselnden Geschwindigkeitsänderungen (bei Maschinen ohne Schwungrad, Schiffsmaschinen) der Zeiger in Schwankungen oder Zuckungen geräth. In diesem Falle kommt nämlich das Beharrungsvermögen des Tellers *s* zur Geltung und *s* wird auf *K* gleiten.

Fig. 1.



Selbstthätiges Hebelspannherz für Drehbänke. Von K. Lorenz in Bischheim bei Strassburg i. E. No. 38343 vom 13. April 1886.

Das Spannherz besitzt statt der sonst üblichen Schraube einen um den Zapfen *a* (Fig. 1) drehbaren und mit einem Gegengewicht *g* versehenen Daumen *d*, welcher für verschieden dicke Arbeitsstücke durch Versetzen des Drehzapfens in eines der Löcher a^1 a^2 oder a^3 des Gehäuses *A* (Fig. 2) eingestellt werden kann.

Fig. 2.

Zirkelgelenk. Von A. Schwarzer in Magdeburg. No. 38677 vom 4. Juli 1886.

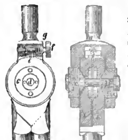


Fig. 1. Fig. 2.

Das Zirkelgelenk besteht aus den beiden durchbohrten Körnerschrauben *c*, welche in den Augen der Gabel *a* verstellbar gelagert sind, um bei Abnutzung der conischen Flächen ein Nachstellen zu gestatten, und welche mit ihren Spitzen in die auf den Aussenflächen versenkten Löcher der Zirkelschenkel *b* greifen, um diesen als Drehpunkt zu dienen. Damit die Augen der Gabel *a* mit den Körnerschrauben *c* nicht auseinander federn können, ist durch die Bohrung der Schrauben *c* und Augen der Zirkelschenkel *b* eine Mutterschraube *d* geführt, welche die Zirkelschenkel zusammenpresst. Im Kopf der Gabel *a* ist eine Bremsbacke *e* und eine Schraube *f* mit Conus gelagert, um jede beliebte Zirkelöffnung festzustellen.

In der Patentschrift ist noch eine Form dieses Gelenkes angegeben, bei welcher die Bohrungen von *c* und der die letzteren verbindende Stift das zum Nachstellen dienende Gewinde tragen.

Zerlegbare Feile. Von A. A. Meyer in Firma Dresdener Feilenfabrik A. Meyer & Co. in Dresden. No. 38885 vom 12. Juni 1886.

Die Feile besteht aus einem façonnirten Grundkörper, auf welchen mittels einer im Heft liegenden Spannvorrichtung ein mit Feilenhieb versehener, dem Feilenkörper angepasster Bezug aufgezogen ist. (P.-B. 1887. No. 21.)

Entfernungsmesser. Von C. Brese in Ohra bei Danzig. No. 39389 vom 23. Februar 1886.

Um die Absehlinie der zur Messung benutzten Diopter in eine bestimmte Lage zur Visirlinie im Terrain bringen zu können, wie zur Messung erforderlich, ist der eigentliche Entfernungsmesser an verlegbaren Zapfen pendelnd aufgehängt, wird also je nach der Lage der Zapfen eine andere Hängelage einnehmen. (1887. No. 22.)

Elektromagnetisches Zeigerwerk, um die Temperatur in entfernten Räumen erkennen zu können. Von C. G. Hoffmann in Leipzig. No. 39259 vom 12. Juni 1886. (1887. No. 22.)

Für die Werkstatt.

Bronciren von Zinn. Neueste Erfindungen und Erfahrungen. 1887. S. 233.

Man bereitet zwei Auflösungen: 1) 1 Th. Eisenvitriol, 1 Th. Kupfervitriel in 20 Th. destill. Wasser, 2) 4 Th. Grünspan in 16 Th. Essig. Die durch Bürsten mit Putzerde und Wasser gereinigten Stücke werden nach Abtrocknen mit der ersten Auflösung überstrichen, wodurch sie nach dem Trocknen ein schwärzliches Ansehen erhalten. Sodann trägt man mit Pinsel die zweite Lösung auf, bis die Gegenstände eine kupferrothe Farbe annehmen, lässt eine Stunde trocknen und polirt dann mit weicher Bürste und fein geschlämmtem Blutstein, zuletzt unter Anhauchen mit der Bürste allein. Zum Schutz gegen Feuchtigkeit erhalten die Gegenstände einen Ueberzug von Goldfirniss.

P.

Anstriche für Metall. Neueste Erfindungen und Erfahrungen. 1887. S. 233.

1. Schwarz. Man löst 5 bis 10% Schwefelblumen in heissem Terpentinöl und fügt dazu unter stetem Umrühren die erforderliche Menge Leinölfirniss. Die Färbung erfolgt durch Verreiben mit einem nicht metallischen Farbstoffe.

Ein solcher Anstrich soll die Oberflächen der Metalle in Schwefelverbindungen überführen und sie dadurch wetterfest machen; er unterscheidet sich wesentlich von dem in dieser Zeitschrift 1886 S. 410 angegebenen, bei welchem die Schwefelblumen das beigemengte Bleipräparat, welches sich theilweise mit dem Leinölfirniss in inniger Verbindung befindet, in eine dunkel gefärbte Verbindung überführen.

2. Geldgelb bis braun. In verdecktem irdenen Gefäss schmilzt man — in etwa 5 Minuten — auf Kohlenfeuer kleine Stücke vulcanisirten Kautschuk, giesst die geschmolzene Masse in eine kalte Zinnschale und löst diese Masse nach Erkalten in Terpentinöl auf.

Da die beim Schmelzen sich entwickelnden Dämpfe leicht entzündlich sind, ist beim Abnehmen des Deckels Vorsicht zu beobachten.

P.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Lange jetzt Otto Lange in Berlin NW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

VII. Jahrgang. **August 1887.** Achtes Heft.

Ueber die Verwendung des Diamanten in der Präcisions-Mechanik.

Von

Dr. **Hugo Schroeder** in London.

Manche Arbeiten in der Präcisions-Mechanik schliessen das Schärfen des angewandten Werkzeuges während der Arbeit entweder gänzlich aus oder machen es doch sehr umständlich, so dass man genöthigt ist, wenigstens zur Schneide des Werkzeuges die härtesten Substanzen zu verwenden, welche Natur und Kunst uns zu bieten vermögen. Leider ist jedoch die Anzahl der für Arbeiten dieser Art verwendbaren härtesten Körper eine sehr beschränkte; der gehärtete Gussstahl, das Spiegeleisen, die harten Edelsteine (mit Ausnahme des Diamanten), sind hierzu in den meisten Fällen unzureichend. Ausser dem Diamanten in seinen Varietäten sind mir wenigstens nur noch zwei Substanzen von ähnlicher Härte bekannt, nämlich das Bor in seinem krystallinischen Zustande, wie es Wöhler seiner Zeit hergestellt hat, und das Wolfram-Iridium, das nach Mittheilung von Prof. Safarik in Prag noch beträchtlich härter oder wenigstens fester, widerstandsfähiger als der Diamant sein soll. Dieses Metall ist mir leider bisher nicht zugänglich gewesen; das Bor habe ich jedoch früher probirt, sowie auch Proben davon an Herrn Mechaniker Fuess gegeben, der diese Borkrystalle auf seiner Theilmaschine zum Theilen von Mikrometern versucht, jedoch ebenso wie ich nahezu unbrauchbar gefunden hat. Es wurde damals behauptet, dass das Bor eine grössere Härte besässe als der Diamant, was sich jedoch bei den erwähnten Versuchen als durchaus irrthümlich erwies, ausserdem aber zeigten sich die Borkrystalle von so krystallinisch splitterigem Gefüge, dass ihre Anwendbarkeit für die in Rede stehenden Zwecke ganz ausser Frage kam. Ich will hier gleich bemerken, dass die härtesten der übrigen Edelsteine, der Rubin, Saphir, Corund u. s. w. dem Diamanten an Härte ausserordentlich nachstehen und sogar dieser selbst sehr grosse Schwankungen derselben aufweist und deshalb mitunter für manche Zwecke auch noch kaum hinreichend ist. Es würde demnach ein grosser Vortheil für die Präcisionsmechanik sein, wenn ein geeigneter Körper gefunden, bezw. künstlich hergestellt werden könnte, der die Härte, namentlich aber die Festigkeit des Diamanten bedeutend überträfe. Der letztere ist bei all seinen sonstigen guten Eigenschaften spröde; er hat im krystallisirten Zustande die Neigung, nach seinen Spaltrichtungen zu zerspringen, eine Eigenschaft, die zuweilen sehr nützlich, zuweilen aber auch sehr hinderlich sein kann.

Bei der Verwendung eines derart harten Körpers tritt natürlich sogleich die Frage hervor, auf welche Weise man im Stande ist, dem schneidenden Werkzeuge die erforderliche Gestalt zu geben, wenn dieses Material selbst schon die

höchste Stufe der Härtescale einnimmt und somit nicht mehr durch ein noch härteres bearbeitet werden kann. Hieran schliesst sich natürlich die zweite Frage, wie dieser Körper auf eine solide Weise mit dem Werkzeuge zu verbinden ist, wenn wir nicht das letztere ganz aus ihm herstellen, vielmehr nur verhältnissmässig sehr kleine Stückchen davon benutzen können. Die Beantwortung dieser Fragen ist mir wesentlich erleichtert worden durch die Güte der Herren Ford & Wright, Besitzer der hiesigen Diamantschleiferei, *Diamond Mills, Clerkenwell Road, and 18 & 19 Clerkenwell Green*, welche mich in den Stand gesetzt haben, meine bisherigen Kenntnisse in dieser Richtung zu erweitern, so dass ich hoffen darf, bei der praktischen Wichtigkeit des Gegenstandes durch diese Mittheilung meinen Collegen einen kleinen Dienst zu erweisen.

Bevor ich jedoch auf den Diamant näher eingehe, will ich nur kurz erwähnen, dass der Eigenthümer der Firma Ross & Co. in London sich mit dem Erfinder eines neuen Verfahrens, auf trockenem galvanischen Wege Metalle mit einer Iridiumhaut zu überziehen, in Beziehung gesetzt hat und ich dadurch vielleicht Gelegenheit haben werde, demnächst Näheres hierüber mitzutheilen.

Das Iridium, bekanntlich ein Begleiter des Platins, ist nächst dem Diamant einer der härtesten Körper und lässt sich nur durch Diamant bearbeiten. Das Iridium ist aber nicht so spröde wie der Diamant, dagegen ebenfalls nicht dem Oxydiren unterworfen und wird von den meisten Säuren nicht angegriffen. Frühere Versuche, dasselbe in Form von soliden Stückchen an den Contacten bei elektrisch registrirenden Uhren anzuwenden, sind nicht von gutem Erfolg begleitet gewesen, weil es sich durch Schleifen mit Diamant viel schlechter bearbeiten lässt als harte Steine und auch in diesem Zustande stets porös ist. Wird es indess nur zum Ueberziehen fertiger Gegenstände, wie z. B. zu Paletten für Uhr-Echappements, für die Schneiden chemischer Wagen und vieler anderer ähnlicher Gegenstände angewandt, so fällt die Schwierigkeit des Bearbeitens hier fort, da diese durch die Elektricität ausgeübt wird, auch die Porosität verschwindet, und ausser den oben erwähnten guten Eigenschaften tritt dann auch noch der Vortheil der Billigkeit hinzu. Eine Messerklinge, die zum Versuch z. B. auf diese Weise mit Iridium überzogen worden war, wurde auf Schmirgelpapier abgezogen und auf dem Sandstein geschliffen, jedoch ohne den geringsten sichtbaren Erfolg, obgleich das Iridium nur eine dünne Haut bildete. —

Der Diamant kommt bekanntlich in zwei Varietäten, nämlich im krystallisirten Zustande, mehr oder weniger durchsichtig, meist farblos oder schwach gelblich gefärbt, und ferner auch im amorphen Zustande, als sogenannter Carbonat, schwarz und vollkommen undurchsichtig vor. Die weisse Art ist höchst wahrscheinlich neptunischen Ursprunges, während das Carbonat plutonischer Abstammung zu sein scheint.

Der neptunische Ursprung des weissen Diamanten bestätigt sich nicht allein durch Einschlüsse, welche häufig in demselben gefunden werden, sondern auch durch die Art des Muttergesteins, sowie durch eine Erscheinung, auf die mein Sohn Hugo, welcher Studien über den Diamanten angestellt hat, gestossen ist. Da er sich die Diamanten, noch im Muttergestein befindlich, vom Cap verschaffte, so fand er, dass viele der Steine erst ihre volle Härte durch längeres Liegen an der Luft erhielten. Gerade diejenigen Exemplare welche diese Erscheinung in erheblichem Grade zeigen, werden gar nicht (weil unbrauchbar) in den Handel gebracht, wodurch wohl diese Thatsache bisher übersehen worden sein mag. Das

Carbonat zeigt diesen Vorgang nicht. Dieser Umstand mag deshalb auch wohl dazu beigetragen haben, dass das Verfahren, künstlich Diamanten zu erzeugen, nicht schon längst gefunden wurde, da die künstlich erzeugten Krystalle zuerst ganz weich sind und nur nach und nach ihre grosse Härte erlangen.

Im Allgemeinen kann man behaupten, dass der Diamant sich im krystallisirten Zustande am Besten verwenden lässt, wo feine, scharf schneidende Kanten zur Ausführung der Arbeit erforderlich sind, während der Carbonat sich weit mehr zur Verrichtung grober Arbeit, zum sogenannten „Schruppen" eignet. Es wird daher auch dieser schwarze Diamant vorzugsweise zum Bohren harter Steine, von Porzellan, zum Abdrehen und Bohren von Glas, wobei derselbe mit Anwendung von Terpentinspiritus ganz vorzügliche Dienste leistet, zu empfehlen sein, wogegen er sich zur Herstellung feiner Theilungen und ähnlicher Arbeiten wenig oder gar nicht eignet. Der schwarze Diamant sieht etwa aus wie ein Stück recht compacter Cokeschlacke, er zeigt schon dem blossen Auge, mehr natürlich unter dem Mikroskop, eine poröse Structur, wobei sich häufig an einem Theil seiner Oberfläche eine Kruste zeigt, welche genau das Aussehen hat, als ob der Carbonat an einem Theil seiner Oberfläche in Schmelzung übergegangen sei. Diese Kruste ist dichter und anscheinend härter als der übrige Theil des Steines und daher vorzugsweise geeignet, eine gute Schneide zu bilden.

Die schwarzen Diamanten sollen in annähernder Kugelform von Bahia kommen, wo sie im Flusssande in Brasilien gefunden werden und auf der ganzen Oberfläche glänzend schwarz und dichter und härter als im Innern erscheinen. Diese kugelförmigen Massen werden zerschlagen, und daher rührt es, dass die im Handel vorkommenden eckigen Stücke häufig an einer Seite einen Theil der erwähnten Kruste zeigen.

Hat man sich ein kräftiges derartiges Stück verschafft und in geeigneter Weise zu einem Stichel gefasst, so ist die Anwendbarkeit eines solchen, der sich sowohl zum Drehen aus freier Hand als auch mittels des Supports benutzen lässt, in der Werkstatt eine so ausserordentliche grosse, dass ich mich hier nur auf einige Beispiele von Arbeiten beschränken will, die auf andere Weise kaum ausführbar wären. Man kann damit mit grösster Leichtigkeit die Schleifsteine genau laufend drehen; ebenso die Schmirgel- oder Tannitscheiben, ferner unter Anwendung von Terpentinspiritus kleinere Linsen vordrehen, überhaupt eine Reihe ähnlicher Arbeiten in Glas verrichten, wie sie für Herstellung physikalischer Apparate so häufig vorkommen. Ebenso kann man auch harte Steine, wie z. B. Achat, Carneol u. s. w., mit Hilfe eines solchen Stichels auf der Drehbank bearbeiten. Sehr zweckmässig ist er auch zu gebrauchen, wenn man harte kleine Stahlgegenstände in Façon zu schleifen hat, indem man zunächst mit Hilfe dieses Carbonatstichels kleine Scheiben aus Arkansas-Oelstein nach der nöthigen Façon abdreht, um mit diesen dann die Stahltheile wiederum zu schleifen.

Wie ausserordentlich widerstands- und leistungsfähig ein solches Werkzeug ist, geht wohl am Besten daraus hervor, dass man sogar mit Erfolg bereits ganze Fraisen aus solchem schwarzen Diamant hergestellt hat, mit denen man die Mühlsteine (besonders solche, welche aus porösem Kiesel (Feuerstein) bestehen) mit den nach der logarithmischen Spirale geformten Canälen, welche zum Mahlen des Getreides nöthig sind, versieht.

Solche Carbonatstichel sind von einigen Firmen käuflich zu erhalten, jedoch ist der Anschaffungspreis ein verhältnissmässig ziemlich hoher und ausserdem die

Art der Fassung solcher Steine oft für die Ausführung vorzunehmender Arbeiten ungeeignet, so dass es für den Mechaniker empfehlenswerther ist, sich nur das Diamantmaterial zu kaufen und die Stücke desselben nach vorliegendem Bedarf auszuwählen und selbst zu fassen. Die gewöhnliche Art des Fassens besteht bekanntlich darin, dass man in einen dicken, weichen Stahl- oder Messingdraht ein Loch bohrt, das den Diamant aufnimmt und letzteren dann mit Silberloth vor dem Gebläse einlöthet. Da jedoch das Loth keinerlei Affinität zum Diamanten hat, sondern nur zum Metall, so ist die auf diese Weise gebildete Fassung gewöhnlich sehr ungenügend; ausserdem tritt häufig noch der Umstand hinzu, dass der Diamant theilweise nur durch das aus dem Borax entstandene Glas festgehalten wird. In Folge dessen geschieht es nicht selten, dass bei einem auf diese Weise hergestellten Stichel der Diamant beim Gebrauche aus der Fassung springt und verloren geht.

Unter allen mir bekannten anderen Methoden hat sich als die vorzüglichste die von Herrn Wenham erfundene bewährt, die ich, da sie wohl nicht allgemein bekannt sein dürfte, in Nachstehendem ausführlich beschreiben will.

Herr Wenham vervollkommnete zunächst, nachdem er dieselbe üble Erfahrung gemacht hatte, die obige Methode dadurch, dass er den Diamanten mit einem Stückchen sehr dünner Platinfolie umgab, dann in das zur Aufnahme desselben bestimmte Loch presste und nun mit Silberloth verlöthete. Das Loth verbindet sich dann zugleich mit dem Platin und bedeckt dadurch den Stein gänzlich.

Um nun die Spitze des letzteren so viel, wie grade nöthig ist, von der Bedeckung zu befreien, schliff er dieselbe auf einem weichen Sandstein soweit fort, als erforderlich war. Der Sandstein greift natürlich nur das Metall, nicht aber den Diamanten merklich an.

Ein anderes ganz brauchbares Verfahren, um kleine Splitter gut einzulöthen, rührt ebenfalls von Herrn Wenham her und besteht darin, dass man einen Stahldraht mit einer feinen Laubsäge der Länge nach einschneidet und den Diamantsplitter in dem Spalt in richtiger Lage einklemmt, dann vor dem Gebläse mit Silber verlöthet, das Metall durch Verreiben mit dem Polirstahl gänzlich schliesst und dann von dem Aeussern der Fassung auf dem Sandsteine wieder so viel abschleift, als nöthig ist. Jedoch macht schon Herr Wenham darauf aufmerksam, dass eine solche Operation im Feuer nicht zuträglich für den weissen Diamant ist und sich namentlich nicht auf Stücke von grösseren Dimensionen anwenden lässt, ohne Gefahr zu laufen, Sprünge im Innern des Steines zu erzeugen. Eine Folge des neptunischen Ursprunges ist, dass ähnlich wie in andern Fällen, z. B. im isländischen Kalkspath mikroskopisch kleine Einschlüsse von Krystallwasser vorkommen, welche in der Glühhitze den Krystall zersprengen. Es soll sogar vorkommen, dass schon unter gewöhnlichen Umständen in der ersten Zeit, wo der Stein frisch ist, grössere Stücke, welche aufgekauft und unter sicheren Verschluss gelegt sind, nach ganz kurzer Zeit in eine Anzahl kleiner, wenig Werth habender Krystalle zersprungen sind, wie mir die Herren Ford & Wright, welche eine Filiale am Cap im Minendistrict haben, bestätigt haben. Unter den Diamantgräbern am Cap ist es in Folge dessen auch Gebrauch, dass sie die grössern Steine unmittelbar nach der Herausnahme aus dem Muttergestein in ein Gläschen mit Oel legen und denselben, wenn ein Käufer ihn zu sehen wünscht, in den Mund nehmen und das Oel absaugen, um ihn dem Käufer zu zeigen. Wenn diese Vorsichtsmaassregel nicht gebraucht wird, so zerspringt der Stein meistens.

Nach dieser Erläuterung wird es leicht einzusehen sein, wie ausserordentlich zweckmässig das jetzt näher zu beschreibende Verfahren zum Fassen der Diamanten von Herrn Wenham ist. Auf den Gedanken dazu scheint er durch die Art der Fassung gekommen zu sein, wie sie für die oben erwähnten Fraisen an der Maschine zum Schärfen der Mühlsteine von Young angewendet wurde. Hierbei werden die nahezu gleich grossen Stücke Carbonat an der Peripherie zweier weicher kreisförmiger Kupferplatten durch starkes Anziehen von Schrauben eingepresst. Je länger die Fraise gebraucht wird, um so besser betten sich die Carbonatstücke in das weiche Kupfer ein; im Anfang werden die Schrauben deshalb mehrfach nachgezogen, bis sich die Carbonatstücke ihre Fassung selbst ihrer Form entsprechend im Kupfer geschaffen haben. Um diese Methode auf die Fassung von Sticheln zu übertragen, bohrt Herr Wenham in ein Stück dicken weichen Kupferdraht ein Loch, grade gross genug, den Diamanten darin aufzunehmen. Ausserdem fertigt er ein becherförmiges Werkzeug *A* (Fig. 1) aus Stahl, das er nahezu glashart macht. Dasselbe wird in die Spindel einer Drehbank geschraubt, im Innern mit einem Tropfen Oel benetzt und in schnelle Rotation versetzt. Alsdann presst man den Kupferdraht *B*, welcher den Diamanten in passender Lage eingesetzt enthält, mit Hilfe der Schraube des Reitstockes in den als concaven Polirstahl wirkenden Becher hinein. Nachdem diese Manipulation noch dadurch vervollständigt ist, dass man mit leichter Pressung aus freier Hand zugleich eine Bewegung macht, ähnlich wie beim Poliren von kleinen Linsen, wird man den Diamanten vollständig von polirtem und hart gedrücktem Kupfer eingeschlossen finden, das sich allen den Unregelmässigkeiten der Oberfläche des Steines auf das Vollständigste angeschmiegt hat. Nun wendet man wieder das vorher mitgetheilte Schleifen auf einem feinen weichen Sandstein an, um die Spitze des Diamanten soweit von der Kupferbedeckung zu befreien, wie zu der vorliegenden Arbeit erforderlich ist. Der im Kupferdraht fertig gefasste Stein wird dann etwa die Gestalt *C* in Fig. 1 haben. Man spannt nachher zweckmässig diesen kurzen Kupferdraht in einen aus Stahl gefertigten Halter.

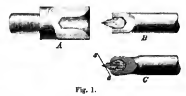


Fig. 1.

Will man event. den Stein aus solcher Fassung wieder befreien, ohne ihn zu beschädigen, so ist das Beste, die Spitze des Kupferdrahtes mit dem Stein in Salpetersalzsäure (sog. Königswasser) zu hängen, welche alsbald das Kupfer auflöst und den Stein unverletzt befreit. Mechanisches Befreien des Steines würde ich nicht empfehlen, da derselbe so fest im Kupfer sitzt, dass er leicht dabei verletzt werden kann. Man könnte ihn freilich auf dem Sandstein nach eben erwähnter Methode ganz herausschleifen, aber dann ist die Gefahr, den theuren Stein zu verlieren, wieder eine zu grosse.

Nachdem der Stein nun zweckmässig gefasst ist, kann auf das weitere Verfahren zur Formirung der Spitze oder Schneide übergegangen werden; falls der Stein solche nicht schon hatte oder ein zu diesem Zweck vorher aus einer grossen Anzahl ausgelesener geeigneter Splitter war. Dies ist natürlich das Leichteste, aber auch das Unvollkommenste, und die durch einen solchen Stichel mit natürlicher Schneide erzeugte Arbeit hat viel Aehnlichkeit mit derjenigen, die man erhalten würde, wenn man mit der scharfen rauhen Kante eines Grabstichels drehen wollte, dessen Spitze abgebrochen ist. Natürlich ist ja nicht ausgeschlossen, dass

der Zufall in seltenen Fällen durch Bruch eine gute Schneide erzeugen kann, denn der rein auskrystallisirte Diamant spaltet immer nach den Flächen des Octaëders, in denen er krystallisirt ist.

Dieser rein auskrystallisirte Diamant, der natürlich auch die glattesten und reinsten Spaltflächen für feine Arbeit liefert, ist meist der weichste; solcher, der nur krystallinisch und nicht regelrecht spaltbar ist, (*Diamanti di natura* genannt) ist meist viel härter. Die Diamantschleifer sprechen nun von der Structur des Diamanten, die sie mit der des Holzes vergleichen und sagen, dass er sich, wenn wir diesen Vergleich adoptiren, mit den Fasern, aber nicht gegen dieselben schleifen lasse, und dass es bei der feineren Bearbeitung das Erste ist, durch Versuche, bei denen natürlich die Erfahrung des Arbeiters eine grosse Rolle spielt, die Richtung aufzufinden, in welcher die Faser läuft. Um eine Anschauung über die Verschiedenheit der Härte zu geben, sei bemerkt, dass bei weichen Diamanten das Anschleifen einer Fläche (Facette) bereits in einer Stunde geschehen kann, während solche widerspenstige Steine, wie die oben erwähnten, für dieselbe Fläche unter gleichen Umständen Tage gebrauchen. Beispielsweise erforderte ein solcher Stein von mässiger Grösse für alle Facetten über einen Monat, während bei einem gewöhnlichen weichen Stein nur etwa drei Tage für dieselbe Arbeit hinreichen. Die erste gröbere Arbeit der Diamantschleiferei besteht meist darin, dass in einer Vorrichtung Stein auf Stein trocken unter Druck gerieben wird, was etwa ein Geräusch verursacht, als ob Jemand mit den Zähnen knirscht. Dabei entsteht ein sehr feiner trockener Staub, welcher zum feineren Bearbeiten aufgefangen wird und ein ziemlich kostbares Schleifmaterial bildet. Diese Methode hat nun Herrn Wenham darauf gebracht, eine für den Feinmechaniker brauchbare, mit seinem vorhandenen Werkzeug ausführbare Methode zur weiteren Herrichtung der Schneide zu erfinden.

Man fasst zu diesem Zweck, nach dem vorher beschriebenen Verfahren, zwei Diamanten und spannt nun denjenigen, der z. B. zum Zweck des Theilens oder der Herstellung mikroskopischer Schrift, eine feine conische Spitze erhalten soll, in einen Drehstuhl mit Spindeldocke laufend ein und bearbeitet ihn mit dem anderen Diamanten durch festes Gegenhalten in der erforderlichen Weise. Nach und nach wird der Stein spitzer und man kann diese Spitze bei gehöriger Vorsicht ausserordentlich fein machen. Will man indess eine kleine, schneidende Fläche erzeugen, so braucht man nur den Diamant aus dem Drehstuhl zu nehmen, mit der Spitze in ein Stück Stahl zu drücken und einen leichten Schlag von der Seite auf die Fassung zu führen. Dabei springt die äusserste Spitze und zwar, wenn es kein Diamanti di natura war, ganz glatt in der Richtung der zugehörigen Octaëder-Fläche ab, etwa wie die punktirte Linie *ss* bei *C* der Figur 1 andeutet.

Wollte man den Diamanten schleifen, in ähnlicher Weise wie es die Diamantschleifer thun, so würde sich dies wohl nur in den seltensten Fällen für eine mechanische Werkstatt passend erweisen. Auf meine dahin gerichtete Anfrage haben die Herren Ford & Wrght sich bereit erklärt, nach Aufgabe derartige Arbeiten auszuführen. Diese Firma besitzt besonders vollkommene Einrichtungen, wie sie sonst nicht in Diamantschleifereien, welche nur für Schmucksteine arbeiten, üblich sind. Herr Wright ist nämlich der Enkel des berühmten Stahlfabrikanten und Ingenieurs Sir Henry Bessemer, welcher aus Interesse an der Sache diese Einrichtungen hergestellt hat.

Das Schleifen des Diamanten ist, da es eigentlich nichts weiter als ein Poliren mit demselben Material ist, eine höchst langwierige Procedur, die nur

durch grosse Schnelligkeit der Umdrehungen des Schleifwerkzeuges herabgemindert werden kann, mit welcher dann auch alle Schwierigkeiten der schnellen Rotation eintreten. Da ähnliche Schwierigkeiten zuweilen bei physikalischen Apparaten von ungewöhnlich schnellen Rotationen sich einstellen, so glaube ich, dass es einiges Interresse gewährt, wenn ich hier etwas näher darauf eingehe.

Das schleifende Werkzeug besteht aus einer gusseisernen Planscheibe, welche etwa 25 cm Durchmesser hat und in einer Minute bis 2600 Umdrehungen macht. Die Stahlspindel, auf welcher diese Scheibe befestigt ist, tritt mitten durch die Scheibe und endigt in zwei kegelförmigen Spitzen, ähnlich wie es beim Centriren zwischen todten Spitzen bei Präcisionsarbeiten der Fall ist. Diese Spitzen laufen nun nicht in Metall, sondern um das sogenannte Anfressen zu verhüten, in kleinen Futtern von Panacocoholz. Es ist dies dasselbe Holz, mit welchem das letzte Lager der Schafte an den Schrauben der grossen Schraubendampfer ausgefüttert ist, und welches als das einzig brauchbare Material sich dazu bewährt hat.

Es würde nun aber immerhin noch der Uebelstand eintreten, dass das Oel oder die Vaseline, mit welchem diese Spitzen geschmiert werden, durch die Centrifugalkraft von der Lagerstelle weg auf den grösseren Durchmessern der übrigen Theile der Spindel getrieben würde; um dies zu verhindern, gab Sir H. Bessemer den Spitzen die in Fig. 2 dargestellte Form, aus welcher leicht ersichtlich, dass das durch die Schwere an der vertical stehenden Spindel herablaufende Schmiermittel durch die Centrifugalkraft immer wieder gegen das Lager getrieben wird.

Fig. 2.

Auf diese Planscheiben trägt man nun den feingeschlemmten Diamantstaub mit Oel angemacht auf und lässt den zu schleifenden Diamant durch eine kleine sehr einfache Vorrichtung gegen die rotirende Scheibe andrücken, wobei der erforderliche Druck, nach der Erfahrung des Arbeiters, durch aufgelegte Bleigewichte regulirt werden muss, da derselbe von verschiedenen Factoren abhängt, welche sich nicht gut durch Rechnung finden lassen.

Die nahe liegende Frage, warum der Diamant mit Hilfe von Oel, welches ja natürlich in Folge seiner Viscosität die Schnelligkeit der Operation sehr stark herabmindern muss, und nicht wie optische Linsen mit Wasser geschliffen wird, beantwortet sich leicht dahin, dass letzteres, da es zu dünnflüssig ist, durch die Centrifugalkraft von der Scheibe geschleudert werden und ausserdem auch durch die von der schnellen Bewegung herrührende starke Luftcirculation sofort verdunsten würde.

Der Diamant ruht während langer Zeit immer auf derselben Stelle der Planscheibe und wird nur ab und zu einmal auf eine benachbarte Stelle neu eingestellt. Aus diesem Umstand erklärt sich denn auch die streifige Structur der polirten Flächen an Schmucksteinen. Dieser Fehler lässt sich nur durch grösste Accuratesse im Erhalten einer guten Oberfläche der Schleifscheibe auf ein Minimum reduciren. Da die zu Schmucksteinen zu verarbeitenden Diamanten nicht wie oben beschrieben in Kupfer gefasst werden können, so erhalten sie beim Schleifen eine Art provisorischer Fassung in einem Werkzeuge, welches aus einem eisernen, etwa halbkugelförmigen Näpfchen besteht, das an einen Stiel von dickem weichem Kupferdraht gelöthet ist und im Ganzen dem Fruchthalter sehr ähnlich sieht, welcher eine Eichel mit dem Zweige verbindet.

Die Höhlung der kleinen eisernen Halbkugel ist verzinnt und mit einer Com-

position aus gleichen Theilen Blei und Zinn angefüllt, welche so stark erhitzt wird, bis dieselbe die Consistenz eines Breies hat. In diesem Brei wird der Stein derart eingebettet, dass nur der zu schleifende Theil heraussteht. Nach dem Erkalten wird der Diamant auf die Planschale gebracht und ihm die nöthige Richtung durch Biegen des Stengels der Eichel, also dem dicken Kupferdraht, gegeben. Diese äusserst primitive Methode ziehen die Arbeiter allen anderen Einrichtungen vor und besorgen das Einbetten des Diamanten in die halbflüssige Metallcomposition auch nur mit ihren ungeschützten Fingern, welche in Folge der jahrelangen Gewohnheit gegen die Hitze unempfindlich sind.

Es ist selbstverständlich, dass dieses einfache Verfahren für die Herstellung von Schmucksteinen und allenfalls zum Anschleifen einer Stichelschneide vollkommen ausreichend sein mag, dass es aber geradezu unmöglich sein würde, auf diese Weise optisch brauchbare Flächen, etwa an Frontlinsen für Immersionssysteme, wie sie schon vielfach in Vorschlag gebracht worden sind, welche die Farbenfleckprobe bestehen sollen, zu erzeugen. Selbst nur für starke Lupen aus Diamant, an welche so rigorose Anforderungen nicht gestellt zu werden brauchen, scheint der Erfolg ein sehr unsicherer, auch hat Pritchard, welcher die Herstellung solcher zuerst versuchte, schlimme Erfahrungen darin gemacht.

Eine der ersten Schwierigkeiten, auf die er dabei stiess, war das Befestigen, sogenannte Aufkitten auf die Molette, bis es ihm schliesslich gelang, einen Kitt zu finden, welcher die nöthige Bindekraft und Haltbarkeit besass. Derselbe besteht zwar nur aus bestem Orange-Schellack, welcher je nach dem vorliegenden Bedarf mit feingeschlemmtem Bimstein gesättigt ist, doch ist bei seiner Herstellung eine besondere Vorsichtsmaassregel anzuwenden. Wollte man nämlich einfach den Schellack schmelzen und den geschlemmten Bimstein unmittelbar durch Umrühren damit verbinden, so würde man ein sehr schlechtes Resultat erhalten, da man genöthigt wäre, den Schellack zu überhitzen, wodurch die in demselben enthaltenen flüchtigen Oele verdampfen, und die Kittkraft vernichtet wird. Bei gelegentlicher Herstellung verfahre ich derart, dass ich den Schellack, von dessen Bindekraft man sich vorher durch einen Versuch überzeugt haben muss, da der käufliche sehr verschieden ist, (zumal hüte man sich vor dem sogenannten Blockschellack), bei so niedriger Temperatur als möglich nur soweit schmilzt, dass er nur zähflüssig wird und dann den trockenen fein geschlemmten Bimstein mit etwas Terpentinöl befeuchtet unter stetem Umrühren damit verbinde. Der Gehalt an Terpentinöl würde den Kitt etwas weicher machen, indess verdampft schon der grösste Theil desselben, nachdem er seinen Zweck, den Bimstein mit dem Schellack zu verbinden, erfüllt hat, während des Rührens, event. kann man den Rest durch vorsichtiges, etwas längeres Erhitzen fast vollständig austreiben, obwohl man hierin nicht zu weit gehen darf[1]).

Man rollt dann diesen Kitt am Besten für den Gebrauch auf einer kalten Planscheibe in Stangen aus. Beim Gebrauch desselben sind beide zu kittende Theile so weit zu erhitzen, dass der Kitt darauf schmilzt. — Pritchard war im Stande, mit Hilfe dieses Kittes Diamantlinsen für die Zeit von 36 Stunden während des Polirens sicher auf der Molette festzuhalten.

Sollte es doch einmal gelingen, den Diamant künstlich zu erzeugen, woran

[1]) Ich erlaube mir hier die Anmerkung, dass ich mit Hilfe eines analogen Verfahrens, nur statt des Bimstein den feinsten Lampenruss, aus Fischöl erzeugt, angewandt, ein schwarzes Siegellack erzeugt habe, um Theilstriche u. s. w. auszufüllen, das höchst vortrefflich ist; man kann demselben als Flussmittel noch ein klein wenig Perubalsam zusetzen.

ich kaum zweifle, so würde unter Benutzung des Umstandes, dass derselbe dem Früheren zufolge zuerst verhältnissmässig weich sein dürfte, es wohl möglich sein, tadellose Diamantlinsen herzustellen. Natürlich müsste die letzte Politur immerhin erst nach dem vollständigen Erhärten geschehen, und die Schleif- und Polirapparate abweichend von den oben beschriebenen eingerichtet werden. Doch denke ich diesen interessanten Gegenstand erst später in einem Aufsatz über die beste Herstellung von Frontsystemlinsen wieder aufzunehmen, indem ich jetzt zu dem von Nobert angewandtem Verfahren der Herrichtung seiner Diamanten zum Theilen der nach ihm benannten Probeplatten übergehe, einleitend mit einigen allgemeinen Erfahrungen über diesen Gegenstand, welche ich zum Theil selbst gemacht, zum Theil Andern verdanke. (Schluss folgt.)

Ein Spectrometer verbesserter Construction.

Von
stud. **Aug. Raps** in Cöln.

Bei der Construction des unten beschriebenen Spectrometers wurde der Zweck verfolgt, ein Instrument herzustellen, welches bei einer grossen Präcision (durch Anwendung von Mikroskopen), eine Drehung des Beobachtungsfernrohres um fast 360 Grad gestattet, sich schnell und sicher corrigiren lässt und eine stabile Lage des Kreises, sowie vollständige Unabhängigkeit der Axe des Prismentischchens von der Umdrehungsaxe des Beobachtungsfernrohres besitzt. Um diesen Zweck zu erreichen, wurde dem Instrumente die bewährte Construction zu Grunde gelegt, welche Pistor & Martius ihren astronomischen Universalinstrumenten gaben.

Figur 1 (a. f. S.) stellt eine Ansicht des Instrumentes, theilweise durchschnitten dar. Der Hauptheil des Apparates, die conische Mittelaxe C, ist auf einem soliden Dreifuss von Rothguss befestigt, dessen Füsse durch einen Ring verbunden sind, der sowohl die Stabilität des ganzen Instrumentes erhöht, als auch den Kreis K schützt. An zwei harten Stahlringen, welche auf die Mittelaxe aufgezogen sind, liegt die äussere Büchse P an. Diese trägt ein Armkreuz EE aus Rothguss, an welchem das Beobachtungsfernrohr A mit Gegengewicht O und die beiden Ablesemikroskope befestigt sind. Letztere sind in der Figur nicht sichtbar, das vordere ist in Folge des Durchschnittes fortgefallen, das hintere verdeckt. Die Anordnung ist, wie aus der Figur ersichtlich, symmetrisch gewählt, damit die störenden Einflüsse der Wärme möglichst beseitigt werden. Die feste Verbindung dieser Theile, sowie die unverrückbare Lage der Mikroskope, welche ja ein Hauptfactor zur Erreichung guter Messungen ist, wurde durch die Verstrebungen R, R' und entsprechende an den die Mikroskope tragenden Armen des Kreuzes EE zu erreichen gesucht.

Unten trägt die Mittelaxe mehrere Ansätze, welche den Kreis K und die Klemmvorrichtung mit Mikrometerwerk T für Beobachtungsfernrohr und Mikroskope aufnehmen.

Der Kreis ist drehbar, kann aber in jeder Lage mittels der Mutter D, welche vier lappenförmige Flügel besitzt, festgeklemmt werden. Durch eine besondere, in der Figur angedeutete Vorrichtung wurde vermieden, dass einseitiger Druck auf den Kreis ausgeübt wird. Die Drehbarkeit des Kreises gestattet, denselben Winkel an verschiedenen Stellen abzulesen und so zufällige Theilungsfehler zu eliminiren.

Damit ungeachtet der Schwere der Büchse P und der an ihr befestigten Theile ein leichter und doch sicherer Gang erzielt werde, ist dieselbe durch einen

doppelten, glasharten Stahlring G, welcher auf einem entsprechenden Ansatze der Mittelaxe aufliegt und durch vier Schrauben mehr oder weniger angespannt werden kann, ausbalancirt. Eine derartige Ausbalancirung ist auch schon wegen der Veränderungen durch die Temperatur geboten.

Genau laufend mit der äusseren Büchse P ist die stählerne Axe F des Prismentischchens in der centralen Durchbohrung der Axe C eingeschliffen. Dieselbe ist ganz unabhängig von der äusseren Büchse P, kann also in keiner Weise von einer Drehung des Beobachtungsfernrohres in Mitleidenschaft gezogen werden. Sie besitzt ein Klemm- und Mikrometerwerk H, welches sich mit der Axe F dreht (vgl. auch die Nebenfigur zu Figur 1, welche den oberen Theil des Axensystems in grösserem Maassstabe ebenfalls durchschnitten zeigt), und dort hingebracht werden kann, wo die Schrauben am Besten zur Hand liegen. Mittels der Klemmschraube s kann das Prismentischchen Q, welches mit einem Stielchen s in eine centrale Bohrung der Axe F eingesetzt ist, hoch und tief gestellt werden, damit sowohl grosse wie auch kleine Objecte bequem beobachtet werden können. Das Prismentischchen ist

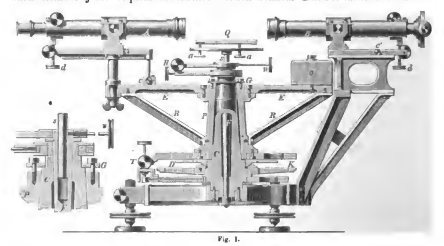


Fig. 1.

von allen Seiten gut zugänglich und kann mit Hilfe dreier Stellschrauben aa leicht corrigirt werden.

Das Collimatorrohr ist, um die Mittelaxe nicht unnöthiger Weise zu beschweren, nicht direct an dieser, sondern an dem Ringe des Dreifusses befestigt. Durch Verstrebungen ist auch hier eine leichte und doch sehr feste Verbindung mit den übrigen Theilen des Apparates hergestellt. Der am Collimatorrohr angebrachte Spalt öffnet sich symmetrisch; die Grösse seiner Oeffnung kann an einer getheilten Trommel abgelesen werden. Der Querfaden am Spalte, welcher die optische Axe des Spaltrohres festlegt, ist auf einen Ring aufgezogen, welcher in einem Gelenk beweglich, vor den Spalt gebracht oder zurückgeklappt werden kann. Beobachtungsfernrohr und Collimator sind zum Zwecke der Correction je um eine verticale und eine horizontale Axe mit Hilfe der Stellschrauben c, c' bezw. d, d verstellbar.

Der Kreis ist von Wannschaff in Berlin mit der bekannten Genauigkeit in Zwölftelgrade getheilt, die Mikroskope geben direct Secunden. Auf die Mikro-

skope können rechtwinklige Prismen aufgesetzt werden, welche das Ablesen erleichtern, wenn eines derselben unter dem Collimator steht und das directe Ablesen schwierig ist.

Ein besonderes Augenmerk wurde den Correctionsvorrichtungen geschenkt, denn die Justirung der Fernrohre und des Objectes bilden einen wesentlichen und zeitraubenden Theil der Beobachtung. Um gute Reflexionsbilder des Fadenkreuzes im Beobachtungsfernrohre zu erhalten, wurde das Gauss'sche Ocular durch ein rechtwinkliges Prisma, welches nach Lamont zwischen Ocular und Fadenkreuz eingeschaltet wird und die Hälfte des Gesichtsfeldes bedeckt, ersetzt. Die Kante des Prismas wurde aber nicht parallel zu einem der Fäden gestellt, weil derselbe alsdann verdeckt werden würde, sondern unter einem Winkel von 45°, wie Fig. 2 zeigt. Ist dann auch der Durchschnittspunkt der Fäden verdeckt, so kann man doch aus dem Zusammenfallen der reflectirten Fadenbilder $A' B'$ mit den direct gesehenen Fäden A bezw. B schliessen, dass ihre Durchschnittspunkte zusammenfallen. Nach beendeter Correctur kann man durch seitliches Herausschrauben des Prismas in der Richtung des Pfeiles das Gesichtsfeld für die Beobachtung ganz frei machen. An dem Stand des Oculars wird dabei nichts geändert. Die Ausführung des Spectrometers, welches aus der Werkstatt des Herrn Max Wolz in Bonn hervorgegangen ist, entspricht allen Anforderungen in vollstem Maasse, welche an unsere heutige Präcisions-Mechanik gestellt werden, wie die Messungen, welche mit demselben bisher ausgeführt wurden, beweisen.

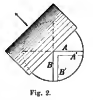


Fig. 2.

Untersuchungen über Isolationsmittel gegen strahlende Wärme.

Von
Dr. J. Scheiner in Potsdam.

Durch den Umstand, dass bei einem gegen strahlende Wärme äusserst empfindlichen Pendelapparate trotz der Umhüllung des letzteren mit einem hölzernen, innen mit Tuch ausgeschlagenen Kasten selbst die geringsten Temperaturdifferenzen noch merkliche Störungen hervorriefen, die erst zum grössten Theile aufgehoben wurden, als der Kasten noch mit einem blanken Bleche umgeben wurde, hatte Herr Professor H. C. Vogel das Bedürfniss einer eingehenden Untersuchung dieses Gegenstandes erkannt und übertrug mir deshalb die experimentelle Prüfung der isolirenden Eigenschaften verschiedener Materialien gegen strahlende Wärme, indem er mich bei den Versuchen und der Beschaffung der nöthigen Apparate mit seinem Rathe zu unterstützen die Güte hatte. Ich habe diese Arbeit in den Monaten Januar und Februar dieses Jahres im physikalischen Laboratorium des Königlichen Observatoriums zu Potsdam ausgeführt, und werde im Folgenden die wesentlichsten Resultate, die für die Praxis nicht ohne Bedeutung sein dürften, vorlegen.

Meines Wissens sind alle bisherigen Untersuchungen von Melloni, Knoblauch u. a. über das Verhalten von Schirmen in strahlender Wärme hauptsächlich in theoretischem Interesse angestellt worden. Sie beziehen sich wesentlich auf die directe Durchstrahlbarkeit verschiedener Stoffe, auf diffuse Reflexion u. s. w. und auf die darauf bezüglichen Gesetze; aber sie haben auch zu sehr interessanten Nebenergebnissen geführt, die eigentlich schon hätten genügen dürfen, um giltige

Regeln für die Praxis aufzustellen, wie ein möglichst gut schützender Schirm gegen strahlende Wärme herzustellen ist.

Allgemein ist dies aber bis jetzt jedenfalls noch nicht geschehen, indem man nicht selten bei demselben Apparate gut und schlecht schirmende Mittel nebeneinander verwendet findet. Allerdings benutzt man seit Langem schon die Eigenschaft polirter Metallflächen, wenig auszustrahlen, um Gefässe, z. B. Calorimeter, vor eigener Ausstrahlung oder Bestrahlung von aussen zu schützen, im Grossen und Ganzen aber scheint man der durchaus irrigen Ansicht zuzuneigen, in einem schlechten Wärmeleiter den besten Schutz gegen strahlende Wärme zu besitzen.

In Bezug auf ihr Verhalten gegen strahlende Wärme theilt man die Stoffe in diathermane und athermane ein. Die ersteren lassen Wärmestrahlung mehr oder weniger gut durch, indem ein Theil der aufstrahlenden Wärme absorbirt wird, sei es electiv oder gleichmässig. Je dicker die Schicht ist, um so mehr wird absorbirt, und durch die Absorption selbst wird die Schicht des betreffenden diathermanen Stoffes erwärmt. Ein Theil der aufstrahlenden Wärme wird diffus reflectirt, und die Stärke dieser Reflexion hängt von der Oberflächenbeschaffenheit und auch von der Dicke der diathermanen Schicht ab. Die athermanen Stoffe sind schon in ausserordentlich dünnen Schichten völlig undurchlässig gegen Wärmestrahlen. Ein grosser Theil der aufstrahlenden Wärme wird reflectirt, wobei die Stärke dieser Reflexion nur von der Oberflächenbeschaffenheit abhängt. Zu ihnen gehören die Metalle, die bei sehr blanker Oberfläche den bei weitem grössten Theil der auffallenden Wärmestrahlen regelmässig reflectiren.

Interessant ist auch das Verhalten von Wärmestrahlen demselben Körper gegenüber, je nachdem sie von verschiedenen Wärmequellen herrühren. Ich werde auf diese Punkte bei Gelegenheit der Erklärung meiner Versuche noch zurückkommen.

Da es bei der vorliegenden Untersuchung sich darum handeln sollte, um es kurz auszudrücken, einen möglichst guten Schirm gegen Strahlung zu finden, so waren von vornherein zwei Bedingungen vorgeschrieben, nämlich einmal, dass die Wärmequelle nur dunkle Strahlen aussandte, und dann, dass die diathermanen Stoffe gleich in Schichten von solcher Dicke untersucht wurden, dass die momentan durchgehende directe Strahlung nicht oder nur wenig merklich sein konnte. Es trat dann also nur die selbständige Strahlung in Wirksamkeit, welche von der durch längere Bestrahlung erwärmten Schicht ausgesandt wurde. Die Bestrahlung musste also längere Zeit fortgesetzt werden, manchmal bis zu zwei Stunden, wodurch besondere Schwierigkeiten der Versuche entstanden, die zu beseitigen aber nach verschiedenen Vorversuchen gelang.

Als constante Wärmequelle bei den Versuchen benutzte ich eine Locatelli'sche Lampe, die nur dunkle Wärmestrahlen aussandte und doch eine genügend hohe Temperatur besass, um nicht allzu feine Thermosäulen und Galvanometer nöthig zu machen. Die Lampe bestand aus einem rechtwinklig umgebogenen Kupferbleche, dessen oberer horizontaler Theil durch eine Bunsen'sche Flamme in ganz schwache Rothgluth versetzt wurde, während der durch Leitung erwärmte verticale Theil des Bleches die Strahlung abgab. Die Constanz der Flamme wurde durch eine Gasuhr und ein Manometer hergestellt und controlirt; sämmtliche Versuche sind bei einem Gasdrucke von 23 mm Wassersäule und einem stündlichen Verbrauche von 42 Liter Oelgas gemacht worden. Hierdurch gelang es, die Tempe-

ratur der Lampe nicht nur während eines Versuches, sondern auch während des ganzen Zeitraumes in durchaus genügender Weise constant zu halten, wie die Wiederholungen einzelner Versuche gezeigt haben. Die obere Hälfte des ausstrahlenden Bleches besass eine höhere Temperatur als die Schmelztemperatur des Bleies, die untere aber eine niedrigere, so dass man im Mittel die Temperatur des Bleches als etwas über 300° annehmen kann.

Die für die ganze Beobachtungsreihe benutzte Thermosäule habe ich selbst angefertigt; die vorhandenen oder käuflich zu habenden Säulen waren für die vorliegenden Versuche nicht zu verwenden, da bei allen diesen die Entfernung der hinteren Löthstellen von den vorderen sehr gering ist. Sie beträgt selten mehr als einige Centimeter; setzt man daher eine solche Säule während längerer Zeit, wie es hier nöthig war, einer Bestrahlung aus, so wird die Erwärmung der vorderen Löthstellen sehr rasch durch Leitung nach den hinteren übergeführt, und es hält schwer, die letzteren auf einer constanten oder wenigstens durch feine Thermometer gut controlirbaren Temperatur zu halten. Auch ist es schwierig, die hinteren Löthstellen vollständig gegen den Einfluss der Bestrahlung zu schützen. Der hier benutzten Säule habe ich daher eine Länge von 17 Centimetern gegeben. Sie bestand aus 16 Elementen von Nickel und Eisen, die sich in einer mit Gips ausgegossenen Glasröhre befanden; letztere lief nach hinten zur Aufnahme der beiden Leitungsdrähte in ein engeres Rohr aus.

Für eine derartig lange Säule lässt sich nun verhältnissmässig leicht eine Einrichtung treffen, welche es ermöglicht, die Temperatur der hinteren Löthstellen genügend constant zu erhalten.

Zur Aufnahme der Säule und gleichzeitig zum Halten der zu untersuchenden Platten diente ein Kasten aus Zinkblech, ein Cubus von 20 cm mit doppelten Wänden im Abstande von 3 cm. Die vordere Seite des Kastens war offen, der Zwischenraum zwischen den Wänden nach vorn aber durch einen Rahmen von Blech geschlossen. Die hintere Seite des Kastens war durch ein Rohr von 3,5 cm Weite durchbrochen, das einige Centimeter nach aussen hervorragte und mit einem zweiten von 9,5 cm Weite umgeben war. Am Ende waren beide Rohre durch einen Blechring verbunden, so dass also aus der Hinterwand des Kastens ein ins Innere führender Rohrstutzen von ebenfalls 3 cm Wandstärke herausragte. Die genau passende Thermosäule wurde nun soweit in den Kasten hineingeschoben, dass die vorderen Löthstellen etwa 5 bis 6 cm von der vorn befestigten Platte abstanden, während die hinteren Löthstellen im Rohrstutzen eine solche Stelle einnahmen, dass sie bei Ausfüllung der Zwischenräume zwischen den Wänden des Kastens und des Rohres sich am Orte der grössten Wassermenge befanden. Der Kasten fasste über 5 Liter Wasser. Durch seine obere Seite führte eine Oeffnung in das Innere zur Aufnahme eines Thermometers, um eventuell die Temperatur der inneren Luft bestimmen zu können. Eine ähnliche Oeffnung führte in den Wasserraum, dicht neben den hinteren Löthstellen, um die Temperatur des Wassers zu bestimmen, und ausserdem besass der Apparat noch oben und unten je eine in den Wasserraum führende Oeffnung, um einen beständigen Wasserdurchfluss zu ermöglichen.

Der Vorderrahmen des Kastens war mit einem Nichtleiter, einem Filzrahmen belegt, auf welchem die zu untersuchenden Platten, durchschnittlich alle von 18 cm Länge und Breite, mittels zweier Klemmschrauben angepresst wurden. Im Innern des Kastens, dicht hinter der Vorderfläche der Säule, befand sich noch ein Schirm

aus Weissblech, um die innere Hinterwand des Kastens gegen Bestrahlung möglichst zu schützen.

Die Locatelli'sche Lampe wurde bei allen Versuchen in die constante Entfernung von 15 cm mitten vor die zu untersuchende Platte gesetzt. Zum Schutze des Fusses des Kastens und der oben herausragenden Thermometer gegen die Bestrahlung der Lampe befand sich zwischen Lampe und Kasten ein Schirm aus Weissblech, mit einer etwas kleineren Oeffnung, als die Plattengrösse betrug.

Das recht empfindliche Galvanometer besass eine astatische Nadel von 8 Sec. Schwingungsdauer, an einem Coconfaden aufgehängt. Der Nullpunkt desselben war von einer sehr bemerkenswerthen Constanz. Der Kreis unterhalb der Nadel war in einzelne Grade getheilt, der Stand der letzteren musste von oben her durch eine Glasplatte abgelesen werden. Wegen der ziemlichen Entfernung der Nadel vom Kreise war hierbei indessen starke Parallaxenwirkung zu befürchten; durch passend angebrachte Lupen wurde dieselbe jedoch völlig beseitigt und zugleich die Genauigkeit der Ablesung bis auf $^1/_{10}$ Grad erhöht.

Bis zur Ablenkung der Nadel von 30°, einer Temperaturdifferenz der Löthstellen von 1°,5 C. entsprechend, fand fast vollständige Proportionalität zwischen Galvanometerablesung und Temperaturdifferenz statt; von da ab wurden jedoch die Galvanometergrade immer minderwerthiger, dem Umstande entsprechend, dass bei dieser Ablenkung die Nadel aus den Drahtwindungen heraustrat. Eine Angabe der Resultate in Galvanometergraden, die an und für sich für diese Untersuchung völlig genügt hätte, würde also über 30° hinaus kein richtiges Bild der Temperaturänderungen gegeben haben, und ich habe deshalb die Werthe der Galvanometergrade in Celsiusgraden bestimmt.

Es geschah dies dadurch, dass die schwarze Fläche eines Leslie'schen Würfels, der sehr genau in den eben beschriebenen Kasten hineinpasste, in directe Berührung mit den vorderen Löthstellen der Thermosäule gebracht wurde, und nun gleichzeitig Temperatur des Würfels und der hinteren Löthstellen abgelesen wurde. Durch Zuführung heissen oder kalten Wassers wurde die Temperatur des Leslie'schen Würfels innerhalb ausreichender Grenzen variirt.

Diese Bestimmung habe ich zweimal gemacht, und dabei sehr gute Uebereinstimmung der Temperaturcurven gefunden; trotzdem möchte ich jedoch den absoluten Werth des gefundenen Verhältnisses von Galvanometergraden zu Temperaturgraden nicht mit grosser Genauigkeit verbürgen. Da nämlich die Enden der einzelnen Elemente der Säule nicht genau in einer Ebene liegen, so haben voraussichtlich nur einzelne Elemente die Würfelfläche direct berührt, während andere einen kleinen Abstand von vielleicht 0,1 oder 0,2 mm gehabt haben werden, also ihre Temperaturerhöhung nur durch Strahlung aus grosser Nähe und nicht durch directe Leitung erhöht werden sein wird. Falls dieser Umstand überhaupt eine merkliche Wirkung gehabt hat, muss dieselbe in dem Sinne erfolgt sein, dass die gleich folgende Umwandlungstabelle der Galvanometerablesung in Temperaturdifferenzen die letzteren etwas zu gross ergiebt. Für die vorliegende Untersuchung ist indessen dieser Umstand ganz ohne Bedeutung, da es bei derselben nur auf relative und nicht auf absolute Temperaturen ankommt, und ja ohnedies die Temperatur der Wärmequelle durchaus nicht exact bestimmt ist.

Um ein Bild der erwähnten Umwandlungscurve zu geben, führe ich hier auszugsweise einige Daten derselben an:

Reduction der Galvanometergrade auf Celsiusgrade.

Galvan.	Cels.	Galvan.	Cels.
0°	0°,00	35°	1°,98
5	0,25	40	2,51
10	0,50	45	3,32
15	0,75	50	4,45
20	1,00	55	5,80
25	1,26	60	7,7
30	1,54	65	11,0

Die Anordnung der Versuche war die folgende:

Einige Stunden vor Beginn der Beobachtungen wurde die zu untersuchende Platte vor den Kasten geschraubt und dann das Ganze sich selbst überlassen. Nach einer gewissen Zeit gelangte die Nadel stets auf den Nullpunkt, ein Zeichen, dass dann die Temperaturen vom Wasser, innerer Luft und der Platte dieselben waren. In einigen Fällen habe ich diesen Zustand nicht abgewartet, sondern schon begonnen, wenn die Nadel noch Temperaturdifferenzen von einigen Hundertelgraden zeigte. Bei der Reduction der Beobachtungen ist dies natürlich berücksichtigt worden. Die Temperatur des Apparates richtete sich nach der Zimmertemperatur und folgte den Schwankungen derselben langsam nach, ohne dass deshalb die Nadel ihre Stellung geändert hätte. Einige Minuten vor Anfang der Bestrahlung wurde die Locatelli'sche Lampe angezündet und der Verbrauch und Druck des Gases regulirt. Mit Anfang einer vollen Minute wurde nun die Bestrahlung begonnen. In gewissen Zeitintervallen, welche nicht gleich genommen, sondern dem Gange der Temperaturänderung entsprechend gewählt waren, wurden dann während der Dauer der Bestrahlung Nadel und Thermometer abgelesen. Der Versuch wurde beendigt, wenn die Nadel stationär geworden war, in wenigen Fällen auch etwas früher. Auf einen Versuch kommen durchschnittlich neun beobachtete Punkte. Die Zeit der Beobachtungen wurde bis auf Zehntelminuten angegeben. Die Temperatur des Wassers im Kasten stieg während der Bestrahlung sehr langsam. Die Grösse dieser Temperatursteigerung hat sich als abhängig gezeigt sowohl von der Dauer der Bestrahlung als auch von der Grösse der eingetretenen Temperaturdifferenzen der vorderen und hinteren Löthstellen, jedoch durchaus nicht in regelmässiger Weise, indem natürlich auch etwaige Schwankungen in der Zimmertemperatur von Einfluss waren. Im Mittel kann man die Temperaturerhöhung des Wassers zu 0°,8 C. während eines Versuches annehmen. Die Temperaturerhöhung des Wassers fand auch noch langsam statt, wenn die Nadel stationär geworden war. Durch starke Abkühlung der Zimmertemperatur gelang es jedoch auch, während des stationären Zustandes die Wassertemperatur zum Sinken zu bringen, ohne dass dies einen Einfluss auf die Nadel gezeigt hätte. Ich glaube also, dass von dieser Seite keine Schädigung der Beobachtungen stattgefunden hat.

Wurde dagegen während des stationären Zustandes der Gasdruck nur um 1 oder 2 mm geändert, so zeigte dies die Nadel in dem zu erwartenden Sinne sehr deutlich, deshalb wurden Gasuhr und Manometer von Zeit zu Zeit controlirt.

Bei Beginn der Bestrahlung fand bei allen Versuchen durchaus keine Schwingung der Nadel statt, sondern nur ein mehr oder weniger rasches continuirliches

Fortschreiten nach der warmen Seite hin. Dies beweist schon vollständig, dass bei all diesen Versuchen keine directe Durchstrahlung stattfand; denn bei directer Bestrahlung durch die Lampe ohne Zwischenschirm schlug die Nadel im ersten Momente um mindestens 40° aus.

Die gefundenen Temperaturdifferenzen wurden nun durch eine möglichst ungezwungene Curve ausgeglichen. Da die Curven alle, ohne Ausnahme, *S*förmig sind, so genügen zu ihrer Darstellung, abgesehen von der geraden Linie, in welche sie auslaufen, fünf Constanten; durchschnittlich sind neun Punkte der Curven beobachtet, es sind also genügend unabhängige Bestimmungen vorhanden.

In fast allen Fällen ist nun der Anschluss der Curven an die beobachteten Punkte ein vollständiger. Abweichungen, die zwei oder drei Hundertel Celsiusgrade übersteigen, sind nur sehr selten, und nur in einem Falle übersteigt eine Abweichung 0°,05. Ich habe es deshalb für nicht nöthig gehalten, wahrscheinliche Fehler zu bestimmen.

Die zu untersuchenden Materialien sind in quadratischen Platten von 18 cm Seitenlänge benutzt worden. Es sind die folgenden nebst ihren Dicken.

1.) Schlechte Wärmeleiter (diathermane).

Glas	Dicke 3,3 mm	Mahagoniholz, rauh	Dicke 5,6 mm
Schiefer, schwarz	„ 6,7 „	Mahagoniholz, polirt	„ 5,6 „
Glasirter Thon (Kachel)	„ 8 „	Kiefernholz, rauh	„ 5,9 „
Ebonit I	„ 5,0 „	Elsenholz, rauh	„ 5,7 „
Ebonit II	„ 1,2 „	Weisser Filz	„ $7^1/_2$ „

2.) Gute Wärmeleiter (athermane, Metalle).

Stanniol	Dicke 0,02 mm	Bleifolie	Dicke 0,08 mm
Weissblech	„ 0,37 „	Zinnplatte, rauh	„ 0,91 „
Messingblech, nicht polirt	„ 0,50 „	Zinnplatte, polirt	„ 0,90 „
Messing, polirt I	„ 2,36 „	Daguerrotypplatte, polirt	„ 0,65 „
„ „ II	„ 0,92 „	Schwarzblech, rauh	„ 0,65 „
„ „ III	„ 0,24 „		

3.) Combinirte Platten.

Weissblech, Elsenholz	Dicken 0,37, 5,7 mm
Stanniol, Elsenholz	„ 0,02, 5,7 „
Messingblech, Filz, Zinkblech	„ 0,50, $7^1/_2$, 0,29 mm
Weissblech, Holz, Zinkblech	„ 0,37, 5,7, 0,29 „
Belegter Glasspiegel	Dicke 1,27 mm
Doppelte Pappe, Luft abgeschlossen	Abstand 10 „
Doppeltes Weissblech, Luft abgeschlossen	„ 9 „
„ „ circulirende Luft	„ 6 „
Glascuvette, gefüllt mit verschiedenen Flüssigkeiten	„ 4,2 „

Ich gehe nun zu den erhaltenen Resultaten über.

Bei dem sehr guten Anschluss der Curven an die beobachteten Punkte halte ich es für nicht unbedingt nöthig, die Beobachtungen selbst hier wiederzugeben, und beschränke mich deshalb darauf, die Curven selbst zahlenmässig hier anzu-

führen. Die Zeit von der Bestrahlung an ist das Argument. Die Intervalle sind ungleich und dem Gange der Curven entsprechend gewählt. Gerade im Anfange zeigen die Curven charakteristische Unterschiede, deshalb sind hier die Intervalle sehr klein genommen.

Ausgeglichene Curven.

1. Schlechte Leiter.

Zeitdiff.	Glas.	Schiefer	Kachel.	Ebonit		Rauh. Mahag.	Polirt. Mahag.	Kiefer.	Else.	Filz.
				I.	II.					
0m	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00
1	0,22	0,04	0,06	0,04	0,20	0,03	0,08	0,06	0,09	0,07
2	0,54	0,10	0,16	0,11	0,62	0,10	0,30	0,25	0,31	0,28
3	0,88	0,17	0,28	0,26	1,10	0,22	0,62	0,58	0,61	0,62
4	1,25	0,26	0,44	0,42	1,75	0,56	0,98	0,96	0,95	1,00
5	1,64	0,47	0,67	0,67	2,22	0,88	1,32	1,30	1,28	1,26
8	2,98	1,18	1,45	1,49	3,77	1,91	2,41	2,30	2,29	2,01
11	4,44	1,90	2,30	2,49	4.81	2,87	3,51	3,22	3,30	2,61
14	5,88	2,75	3,27	3,43	5,60	3,80	4,58	4,08	4,23	3,07
17	6,75	3,49	4.16	4,43	6,29	4,54	5,43	4.74	4,91	3,13
20	7,53	4,26	4,78	5,40	6,80	5,06	5,91	5,20	5,36	3,72
25	8,55	5,38	5,51	6,87	7,35	5,49	6,39	5,70	5,90	4,10
30	9,33	6,20	6,07	7,73	7,79	5,79	6,80	6,01	6,31	4,34
35	9,82	6,80	6,42	8,08	8,12	5,99	6,98	6,24	6,60	4,53
40	10,09	7,26	6,68	8,28	8,33	6,12	7,10	6,38	6,80	4,62
50	10,77	7,98	6,88	8,48	8,61	6,22	7,15	6,55	6,90	4,70
60	10,82	8,26	7,08	8,61	8,71	6,28	nicht	6,58	6,95	4,77
70	10,86	8,34	7,10	8,67	8,75	6,30	weiter	6,58	6,95	4,83
80	10,86	8,34	7,10	8,67	8,75	6,30	fortges.	6,58	6,95	4,85

2. Gute Leiter.

Zeit.	Stanniol.	Weissblech.	Rauh. Messing.	Bleifolie.	Rauh Zinn.	Polirt. Zinn.	Daguerrot.		Messing.			Schwarzblech.
							I.	II.	I.	II.	III.	
0m	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00
1	0,02	0,00	0,02	0,03	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,17
2	0,04	0,01	0,06	0,07	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,33
3	0,07	0,03	0,12	0,12	0,06	0,01	0,05	0,06	0,03	0,02	0,03	0,59
4	0,11	0,06	0,18	0,15	0,09	0,03	0,09	0,10	0,05	0,05	0,06	0,88
5	0.14	0,09	0,26	0,20	0,12	0,08	0,13	0,14	0,08	0,08	0,10	1,17
8	0,22	0,21	0,51	0,32	0,23	0,19	0,28	0,30	0,12	0,17	0,21	1,90
11	0,32	0,33	0,78	0,40	0,40	0,32	0,48	0,46	0,20	0,28	0,37	2,59
14	0,40	0,43	1,01	0,48	0,58	0,43	0,63	0,62	0,29	0,40	0,50	3,29
17	0,48	0,51	1,21	0,52	0,70	0,53	0,79	0,78	0,38	0,50	0,59	3,92
20	0,53	0,58	1,35	0,55	0,79	0,63	0,92	0,90	0,45	0,60	0,68	4,40
25	0,62	0,67	1,52	0,59	0,89	0,77	1,08	1,05	0,57	0,71	0,79	4,92
30	0,66	0,73	1,60	0,63	0,98	0,87	1,19	1,14	0,67	0,78	0,86	5,31
35	0,69	0,79	1,66	0,66	1,03	0,93	1,27	1,20	0,75	0,82	0,91	5,54
40	0,71	0,82	1,70	0,69	1,09	0,95	1,30	1,23	0,80	0,87	0,94	5,70
50	0,72	0,86	1,73	0,70	1,11	0,97	1,32	1,27	0,89	0,94	0,99	5,80
60	0,72	0,86	1,73	0,70	1,11	0,97	1,32	1,27	0,92	0,96	1,00	5,80
70	0,72	0,86	1,73	0,70	1,11	0,97	1,32	1,27	0,95	0,96	1,00	5,80
80	0,72	0,86	1,73	0,70	1,11	0,97	1,32	1,27	0,95	0,96	1,00	5,80

3. Combinationen.

Zeit.	Dopp. Weissblech. Luft abgeschloss.	Dopp. Weissblech. Circul. Luft.	Weissblech. Eisenholz.	Stanniol. Eisenholz.	Doppelte Pappe.	Messing. Filz. Zink.	Spiegel I.	Spiegel II.	Weissblech. Holz. Zink.
0m	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00
1	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06	0,00	0,10	0,05	0,00
2	0,02	0,00	0,02	0,01	0,15	0,00	0,23	0,10	0,00
3	0,03	0,00	0,04	0,02	0,37	0,00	0,39	0,18	0,00
4	0,04	0,00	0,06	0,04	0,66	0,00	0,58	0,27	0,00
5	0,05	0,00	0,08	0,06	0,97	0,01	0,79	0,39	0,01
8	0,09	0,01	0,16	0,15	1,88	0,05	1,59	0,71	0,02
11	0,17	0,02	0,27	0,22	2,63	0,12	2,43	1,02	0,03
14	0,22	0,05	0,41	0,31	3,18	0,22	3,00	1,28	0,05
17	0,28	0,08	0,58	0,42	3,60	0,31	3,43	1,49	0,08
20	0,32	0,11	0,71	0,51	3,97	0,39	3,79	1,65	0,10
25	0,36	0,16	0,88	0,60	4,40	0,44	4,17	1,83	0,16
30	0,38	0,19	1,00	0,68	4,60	0,50	4,41	1,98	0,19
35	0,39	0,20	1,08	0,72	4,73	0,55	4,58	2,03	0,20
40	0,40	0,20	1,17	0,75	4,78	0,58	4,66	2,05	0,21
50	0,41	0,20	1,20	0,76	4,88	0,60	4,67	2,06	0,21
60	0,41	0,20	1,21	0,76	4,92	0,60	4,67	2,06	0,21
70	0,41	0,20	1,21	0,76	4,92	0,60	4,67	2,06	0,21
80	0,41	0,20	1,21	0,76	4,92	0,60	4,67	2,06	0,21

4. Flüssigkeiten.

Zeit.	Wasser.	Alaun.	Kochsalz.	Ueberm. Kali.
0m	0°,00	0°,00	0°,00	0°,00
1	0,01	0,00	0,02	0,01
2	0,04	0,01	0,05	0,03
3	0,10	0,05	0,12	0,09
4	0,18	0,12	0,19	0,14
5	0,28	0,20	0,28	0,20
8	0,63	0,57	0,62	0,48
11	1,03	0,97	0,97	0,90
14	1,43	1,40	1,34	1,29
17	1,86	1,78	1,77	1,71
20	2,24	2,19	2,20	2,09
25	2,91	2,87	2,99	2,72
30	3,48	3,47	3,67	3,37
35	4,07	3,94	4,23	3,92
40	4,52	4,38	4,68	4,39
50	5,02	4,94	5,20	4,96
60	5,31	5,27	5,50	5,21
70	5,42	5,43	5,66	5,38
80	5.45	5,54	5,74	5,47

Anmerkung: Bei der Daguerrotypplatte und dem Spiegel bedeutet I die Lage bei welcher das Silber, bezw. der Belag der Wärmequelle zugewandt war, II die entgegengesetzte Lage.

Aus den obigen Tabellen ersieht man nun sofort, dass die Metalle, mit Ausnahme des Schwarzbleches, ganz bedeutend weniger Wärme durchgelassen haben (um mich der Kürze halber dieses nicht correcten Ausdruckes auch für die Folge bedienen zu können), als die durchschnittlich in viel dickeren Schichten angewandten schlechten Wärmeleiter. Ferner geht daraus hervor, dass sich durch geeignete Combinationen eine noch viel bessere Schirmwirkung erzielen lässt als durch die Metalle allein.

Es ist nun bekannt, dass die Metalle, selbst in sehr dünnen Schichten, völlig athermnn sind, und man könnte aus diesem Umstande ihre bessere Schirmwirkung gegenüber den dinthermanen Stoffen erklären wollen; dass dies aber nicht der Fall ist, dass nämlich die diathermanen Platten, vielleicht mit Ausnahme des Glases, keine merkliche directe Strahlung mehr durchgelassen haben, werde ich noch weiterhin zeigen. Auf den Beweis, dass die Nadel nie einen directen Ausschlag gezeigt hat, habe ich schon früher hingewiesen.

Die Curven sind, wie schon erwähnt, alle *S*förmig, d. h. die Wärmewirkung auf die Säule beginnt erst nach einiger Zeit, nimmt bis zu einem Maximum zu, um wieder abzunehmen, bis endlich ein stationärer Temperaturunterschied im Apparate eingetreten ist. Dieser Gang kann nur dadurch erklärt werden, dass zunächst die der Lampe zugekehrte Fläche der zu untersuchenden Platte durch Bestrahlung erwärmt, diese Erwärmung durch Leitung auf die hintere Fläche übertragen wird, und nun von letzterer eine selbständige Strahlung stattfindet, wie ja durch frühere Versuche schon bekannt ist. In allen Fällen, in welchen viel Wärme durchgelassen wurde, war die Erhitzung der Platte eine sehr starke, während bei den wenig durchlassenden Metallen eine dem Gefühl merkliche Erwärmung nicht stattfand.

Ob nun eine Platte ein guter oder ein schlechter Schirm ist, hängt von drei Eigenschaften ab: 1. von der Oberflächenbeschaffenheit, bezw. Strahlungsfähigkeit derselben; 2. von der Absorptionsfähigkeit des Stoffes, und 3. von der Wärme-Leitungsfähigkeit. Indem ich mich zunächst noch auf einfache Schirme beschränke, will ich nun zeigen, wie das verschiedene Verhalten von schlechten Wärmeleitern (Holz) gegenüber den guten Leitern (blankes Metall) zu erklären ist.

Es ist hierbei noch zu erwähnen, dass die Wärmequelle kleiner als die Platten war und letzteren ziemlich nahe stand, so dass also die Mitten der Platten stärker bestrahlt wurden als die Randtheile.

Im Falle eines Schirmes aus diathermanem Stoffe, z. B. Holz, wird ein Theil der aufstrahlenden Wärme reflectirt und zwar diffus, ein anderer Theil wird an der Oberfläche sofort absorbirt, was bei diffuser Reflexion immer stattfindet, und ein dritter Theil, der bei dünner Platte direct durchgestrahlt sein würde, wird erst in den tieferen Schichten absorbirt. Der erste, reflectirte Theil der Strahlung hat natürlich keine Wirkung auf die Platte, der auf der Oberfläche absorbirte Theil erwärmt die letztere, und der dritte Theil erwärmt die tieferen Schichten des Schirmes. Da nun bei den hier in Frage kommenden Platten die gesammte absorbirte Wärme zur reflectirten verhältnissmässig gross ist, so findet eine bedeutende Erwärmung der nach vorn zu gelegenen Schichten statt.

Trotz der schlechten Wärmeleitungsfähigkeit wird nun doch wegen der sehr grossen Temperaturdifferenz die Erwärmung sehr rasch auf die hintere Seite der Platte übergeleitet und von dieser gegen die Säule ausgestrahlt. Auf dem viel weiteren Wege von der Mitte der Platte nach den Rändern hin findet wegen der schlechten Leitung nur langsame Ausgleichung der Temperatur statt. Die Platte wird also an der der Wärmequelle zunächst gelegenen Stelle immer wärmer sein als an den übrigen, sodass es also nahe gleichgiltig ist, ob man die Dimensionen des Schirmes nur wenig oder bedeutend grösser wählt als die Wärmequelle. Nach längerer Bestrahlung stellt sich nun endlich ein Gleichgewichtzustand zwischen Absorption, Leitung und Ausstrahlung her, der dem stationären Zustande der Galvanometernadel entspricht.

Wesentlich hiervon verschieden ist der Vorgang bei einer blanken Metallplatte.

Von der aufgestrahlten Wärme wird der bei weitem grösste Theil sofort regelmässig zurückreflectirt, und nur der andere kleinere Theil erwärmt die Oberfläche. Wegen der guten Leitungsfähigkeit wird dann besonders bei dünnen Platten die Rückseite sehr bald nahe dieselbe Temperatur annehmen und nun ihrerseits ausstrahlen, aber wegen der geringen Ausstrahlungsfähigkeit auch verhältnissmässig nur gering. Hier wird nun aber die Erwärmung auf der ganzen Platte bald gleichmässig vertheilt, die Mitte wird nur wenig wärmer sein als die Ränder, und es empfiehlt sich also, die Schirme möglichst gross zu nehmen. Auch hier tritt nach einiger Zeit ein stationärer Zustand ein.

Auf diese Weise ist es erklärlich, dass so ganz enorme Unterschiede in der Schirmwirkung auftreten können, wie die obigen Tabellen zeigen. Mahagoniholz z. B. hat in einer Stärke von 5,6 mm noch eine Temperaturerhöhung der Säule um 6°,3 zugelassen, während das nur 0,02 mm dicke Stanniol nur 0°,7 durchgelassen hat, also nur den 9. Theil.

Fasst man den bei der Bestrahlung eines Schirmes auftretenden Vorgang so, wie oben auseinandergesetzt ist, auf, so lassen sich alle Eigenthümlichkeiten der erhaltenen Curven ungezwungen erklären. Es zeigt sich zunächst, dass bei den schlechten Wärmeleitern der stationäre Zustand später eingetreten ist als bei den guten. Von den 9 in Frage tretenden Platten der ersten Kategorie trat der stationäre Zustand bei 6 nach 60 bis 70 Minuten Bestrahlung ein, bei zwei nach 50 bis 60 und bei einer nach 70 bis 80 Minuten, also im Mittel zwischen 60 und 70 Minuten. Von den zwölf Metallen trat dasselbe bei neun zwischen 40 bis 50 Minuten, bei zwei zwischen 50 und 60 und bei einer zwischen 60 und 70 Minuten, im Durchschnitt also spätestens schon nach 50 Minuten ein. Dass bei schlechten Wärmeleitern ein Ausgleich längere Zeit gebrauchen würde als bei guten, ist aber nach der obigen Erklärung im voraus zu erwarten.

Aus den Versuchen mit den verschiedenen Metallen zeigt sich sofort, dass erstens die Beschaffenheit der Oberfläche von grösstem Einfluss auf die Schirmwirkung, und zweitens die Dicke der Metallplatten innerhalb weiter Grenzen auf das Endresultat ohne Einfluss ist.

Die Messingplatten auf beiden Seiten hochpolirt, von sehr verschiedenen Dicken haben folgende Endwerthe gegeben:

Messing I,	Dicke 2,36 mm.	Temp.-Diff.	0°,95
„ II,	„ 0,92 „	„	„ 0,96
„ III,	„ 0,24 „	„	„ 1,00

Messing I hatte also die zehnfache Dicke von Messing III.

Ob der geringe Unterschied der Endwerthe, der ja in dem zu erwartenden Sinne auftritt, reell ist, oder nicht, wage ich nicht zu entscheiden; der Grund der Abweichung kann auch darin liegen, dass die dünne Messingplatte sich schlechter hat poliren lassen als die dicken.

Dass die Politur sehr wesentlich ist, zeigt der Versuch mit einer Messingplatte von 0,50 mm Stärke, welche so verwendet wurde, wie sie im Handel zu haben ist, also wohl glatt, aber nicht polirt. Dieselbe gab als Endresultat der Bestrahlung 1°,73.

Zu demselben Ergebniss haben die Versuche mit Zinn geführt:

Zinnplatte, rauh,	Dicke 0,91 mm,	Temp.-Diff.	1°,11.
„ polirt,	„ 0,90 „	„	„ 0,97.
Stanniol, sehr blank,	„ 0,02 „	„	„ 0,72.

Das blankere Stanniol ist also ein besserer Schirm gewesen, als die 40mal dickere, aber etwas weniger blanke Zinnplatte.

Es scheint so, als ob bei den schlechten Wärmeleitern die Dicken ebenfalls keinen oder nur geringen Einfluss auf das Endresultat hätten; leider ist aber nur eine Vergleichung möglich, beim Ebonit, der in zwei Platten, von 5,0 und von 1,17 mm Dicke versucht wurde. Die dünnere Platte hat nur sehr wenig mehr Wärme durchgelassen als die dicke, nämlich 8,75 gegen 8°,67.

Bei den Metallen nimmt das Schwarzblech eine Ausnahmestelle ein, indem seine Schirmwirkung ebenso schlecht ist als die der schlechten Leiter.

Wegen der dunklen Farbe und der rauhen Oberfläche war dies ja auch zu erwarten, jedoch nicht in so starkem Maasse, und ich glaube deshalb, dass die Ursache der schlechten Isolationsfähigkeit nicht nur hierin liegt, sondern in einer Eigenschaft des Schwarzbleches, die dasselbe in die dritte Kategorie der untersuchten Schirme, in die der combinirten, verweist. Die dunkle Farbe desselben rührt bekanntlich von einem dünnen Ueberzuge von Hammerschlag, Eisenoxyd-Oxydul her, der wahrscheinlich als ein diathermaner schlechter Wärmeleiter zu betrachten ist. Schwarzblech wäre dann eine Combination von einem schlechten Wärmeleiter mit einem Metall, und in diesem Falle treten ganz besondere Eigenthümlichkeiten auf, die weiter unten ihre Besprechung finden werden.

Es ist bei den Metallen mit Sicherheit nachgewiesen und bei den schlechten Wärmeleitern wahrscheinlich gemacht, dass innerhalb der bei diesen Versuchen vorkommenden Grenzen die Dicke eines Schirmes nur von verschwindendem Einfluss auf die schliesslich stattgefundene Erwärmung ist. In allen Fällen aber ist die Dicke von Einfluss auf die Gestalt der Curven, welche um so flacher beginnen, je dicker die Platte ist.

Die Geschwindigkeit der Wärmezunahme erreicht nach einer gewissen Zeit ein Maximum; es ist dies der Punkt, wo die ursprüngliche concave Krümmung der Curve in die convexe übergeht. Die Zeit, zu welcher dieses Maximum des ersten Differentialquotienten eintritt, lässt sich aus der Curve leicht ermitteln; nur wenn dieselbe an dieser Stelle längere Zeit hindurch einer geraden Linie sehr nahe kommt, bleibt die Bestimmung etwas unsicher; in solchen Fällen habe ich die Mitte dieser nahezu geraden Strecke als Wendepunkt genommen.

Man erhält für die einfachen Schirme folgende Werthe des Maximums der Wärmezunahme, ausgedrückt in Celsiusgraden pro Minute, und die beigeschriebenen Zeiten der Maxima.

1. Metalle.

Material.	Maximum.	Zeit des Maximum.
Stanniol	0°,03	3m
Weissblech	0,04	9
Messing, rauh	0,09	10
Bleifolie	0,05	3
Zinn, rauh	0,06	12
„ polirt	0,04	10
Daguerr. I.	0,07	10
„ II.	0,05	12
Messing I.	0,03	14
„ II.	0,01	12
„ III.	0,05	9

2. Schlechte Leiter.

Material.	Maximum	Zeit des Maximum.
Glas	0°,46	10m
Schiefer	0,25	14
Kachel	0,30	15
Ebonit I.	0,31	13
„ II.	0,65	1
Mahagoni, rauh	0,32	4
„ polirt	0,37	10
Kiefer	0,38	1
Eiche	0,34	4
Filz	0,38	4

Ordnet man nun die verwendeten Metallplatten nach den Dicken, ohne Rücksicht auf das Material, so erhält man auch die Ordnung der Zeiten der obigen Maxima.

Material.	Dicke.	Zeit des Maximum.	Material.	Dicke.	Zeit des Maximum.
Messing I.	2,36 mm	14^m	Weissblech	0,37 mm	9^m
„ II.	0,92	12	Messing III	0,24	9
Zinnplatte	0,91	11	Bleifolie	0,08	3
Daguerrotyp	0,65	11	Stanniol	0,02	3
Messing, rauh	0,50	10			

Der Einfluss der Dicke zeigt sich hier mit einer ganz überraschenden Regelmässigkeit, wenn auch kein proportionaler Verlauf stattfindet; die Art des Metalles scheint ziemlich ohne Bedeutung dabei zu sein.

Wegen der grossen Verschiedenheit der angewandten Materialien ist bei den schlechten Wärmeleitern eine derartige Reihe nicht zu erhalten. Nimmt man aber auch hier wieder die beiden Ebonitplatten, so erhält man für die Zeiten der Maxima bei der dicken Platte 13 und bei der dünnen 4 Min. Die schlechten Wärmeleiter scheinen sich also in dieser Beziehung ganz wie die Metalle zu verhalten.

Will man also nur gegen lang andauernde Bestrahlung schützen, so ist es nahe gleichgiltig, welche Dicke man für einen Schirm wählt; wenn es sich dagegen um kurze Bestrahlungen handelt, ist ein dicker Schirm immer vortheilhafter.

Wir haben oben gesehen, dass die Feinheit der Politur bei den Metallen von grossem Einfluss auf die schliessliche Temperaturerhöhung ist. Hierdurch allein würde sich schon erklären lassen, weshalb verschiedene Metalle von möglichst guter Politur doch verschiedene Endwerthe der Temperaturerhöhung ergeben. Es bleibt dann aber die sehr gute Schirmwirkung des Bleies auffallend, da die Bleifolie jedenfalls die schlechteste Politur hatte. Es scheint also fast, als wenn hierbei auch das verschiedene Wärmeleitungsvermögen der Metalle eine Rolle spielte, in dem Sinne, dass die Schirmwirkung um so besser ist, je schlechter das Metall leitet.

Nimmt man nämlich nur die blanken Metallplatten, vereinigt die gleichen Metalle zu Mittelwerthen und gestattet man sich ferner, die Daguerrotypplatte als Silberplatte zu betrachten, wenn Silber vorn war, und als Kupferplatte, wenn das Umgekehrte stattfand, und ordnet nun die Metalle nach ihrem Leitungsvermögen (Silber = 100 gesetzt), so erhält man gleichzeitig die Ordnung der eingetretenen Endtemperaturen.

Material.	Leitungsvermögen.	Endtemperatur.
Silber	100	1°,32
Kupfer	74	1,27
Messing	24	0,97
Zinn	15	0,84
Blei	8	0,70

Die Uebereinstimmung ist eine sehr auffallende, und ich führe auch nur deshalb diese Erscheinung hier an; man wird berechtigte Zweifel gegen ihre Realität erheben können.

Bevor ich nun zu den Versuchen mit den combinirten Platten übergehe, möchte ich noch einen Versuch erwähnen, der in die obigen Tabellen nicht mit auf-

genommen ist, da er angestellt wurde, als die Regulirung der Flamme noch nicht vollständig war. Es betrifft dies die Bestrahlung einer Pappscheibe von 1,48 mm Dicke. Der schliessliche Werth der Temperaturerhöhung war 9 bis 10°, also ähnlich wie beim Glase. Ich erwähne dies hier nur, weil bei den combinirten Platten ein Schirm von doppelter Pappe versucht worden ist.

Aus der Betrachtung der bei combinirten Platten erhaltenen Curven zeigt sich nun sofort, dass Schirme aus combinirten Nichtleitern nur wenig nützen, dass Schirme aus einem Metalle und einem Nichtleiter schlechter sind als das einfache Metall, und dass erst durch die Combination zweier Metalle mit schlechten Leitern vorzügliche Schirmwirkung zu erzielen ist.

Dass Combinationen aus schlechten Leitern allein nicht gut schirmen, kann nicht weiter befremden; auffallend erscheint aber zunächst, dass bei der Combination eines Metalles mit einem Nichtleiter (Weissblech, Holz; Stanniol, Holz; Zinn, Glas) die Gesammtwirkung des Schirmes schlechter ist als beim einfachen Metall. Es sind hierbei zwei Fälle zu unterscheiden, je nachdem das blanke Metall der Strahlung zugekehrt ist oder nicht. Im ersteren Falle wird die Erwärmung des Metalles dieselbe sein wie bei Metall allein. Durch Leitung wird diese Temperatur dem schlechten Leiter übertragen, und da letzterer verhältnissmässig so sehr gut ausstrahlt, kann es kommen, dass auch bei geringerer Temperaturerhöhung des schlechten Leiters doch mehr ausgestrahlt wird, als von der an und für sich wärmeren Metallplatte geschehen würde.

Im zweiten Falle ist die Wirkung noch ungünstiger. Der schlechte Wärmeleiter erwärmt sich sehr stark und die dahinter befindliche Metallschicht nimmt nahezu dieselbe Temperatur durch Leitung an und muss also viel mehr ausstrahlen als sonst, wenn sie allein bestrahlt worden wäre.

Sehr interessant ist der Versuch mit einem gewöhnlichen Spiegel, wenn die Glasseite nach vorn genommen wird. Obgleich die spiegelnde Zinnfläche noch viel blanker ist als bei Stanniol, ist ein solcher Spiegel absolut nicht als Schirm zu gebrauchen. Bei Bestrahlung der einfachen Glasscheibe hatte sich dieselbe schon sehr stark erhitzt und strahlte also auch sehr stark aus, und es scheint auch in diesem Falle noch ein merklicher Betrag direct durchgestrahlt zu sein. Beim Spiegel mussten nun diejenigen Wärmestrahlen, die nicht beim ersten Durchgange durch das Glas absorbirt wurden, nach der Reflexion noch einmal hindurch, wobei erneute Absorption stattfand. Die Erwärmung des Spiegels während des Versuches war demgemäss so stark, dass seine Temperatur für die Hand schon unerträglich wurde. Der auf der Rückseite befindliche, nach aussen ziemlich rauhe Zinnbelag hatte durch Leitung natürlich dieselbe hohe Temperatur und strahlte verhältnissmässig stark aus.

Eine sehr zu empfehlende Combination ist beiderseits blankes Metall mit einem schlechten Leiter dazwischen. Solche Combinationen, die sich sehr gut bewährt haben, waren Holz oder Filz auf beiden Seiten mit blankem Blech belegt. Die Erklärung der guten Wirkung liegt nach dem Vorigen auf der Hand. Eine andere, und, wie es scheint, die allerbeste Combination, ist beiderseits blankes Metall mit einer circulirenden Luftschicht dazwischen. In diesem Falle wird die hintere Metallplatte nicht mehr durch Leitung erwärmt, sondern nur noch durch die geringe Strahlung der vorderen. Geringer ist die Wirkung, wenn die Luft abgeschlossen ist, da alsdann sowohl Strahlung als auch Leitung durch die erwärmte Luft statt findet. Bei den Versuchen selbst habe ich mit sehr gutem Erfolge Gebrauch von

der Combination blanker Metalle mit circulirender Luft gemacht, indem ich vor Beginn der Bestrahlung zwischen Lampe und zu untersuchende Platte einen Schirm aus drei Weissblechplatten, die durch Holzklammern in einer Entfernung von je 5 mm von einander gehalten wurden, und zwischen welchen die Luft ungehindert circuliren konnte, anbrachte. Selbst bei stundenlanger Bestrahlung dieses Schirmes habe ich nicht die geringste Abweichung der Nadel wahrnehmen können.

Es ist bekannt, dass Steinsalz der diathermanste Körper ist, welchen wir besitzen, und dass umgekehrt Alaun die Wärmestrahlen sehr stark absorbirt. Ich habe nun ein Glasgefäss mit planparallelen Wänden im Abstande von 5 mm mit vier verschiedenen Flüssigkeiten als Schirm benutzt und hierbei die oben angegebenen Curven erhalten. Die Flüssigkeiten waren: reines Wasser und gesättigte Lösungen von Alaun, Kochsalz und Uebermangansaurem Kali. Bemerkenswerth war bei diesen Versuchen, dass selbst nach 80 Minuten der stationäre Zustand noch nicht eingetreten war, dass aber hier die Werthe schon so nahe untereinander übereinstimmen, dass bei allen vier Materialien der stationäre Zustand sehr nahe bei demselben Werth stattfinden wird. Die Flüssigkeiten erwärmten sich sehr stark, und es ist eben wegen der Uebereinstimmung der vier Curven kein Zweifel, dass auch hier keine directe Durchstrahlung stattgefunden hat.

Bei der Wichtigkeit dieses Punktes habe ich nicht unterlassen zu dürfen geglaubt, auch einen directen Beweis für die Richtigkeit desselben beizubringen, der nur dadurch erreicht werden konnte, dass der Ausschlag der Nadel beobachtet wurde, wenn sich während der Beobachtung das Gefäss und die Flüssigkeit nicht erwärmten, wenn also letztere stetig erneuert wurde.

Es gelang, auch bei fliessendem Wasser die Nadel zur Ruhe zu bringen, wenn das Wasser der Wasserleitung in die untere Oeffnung des Kastens eingeleitet wurde, dann, aus der oberen Oeffnung ausströmend, durch eine Rinne in das Glasgefäss gelangte und aus demselben durch eine im Boden befindliche Oeffnung wieder ausfloss. Das Glasgefäss wurde also jetzt von demselben Wasser durchströmt, welches schon im Kasten gewesen war; nur bei dieser Anordnung gelangte die Nadel rasch auf den Nullpunkt. Wurde dann mit der Bestrahlung begonnen, so zeigte die Nadel im Laufe einer halben Stunde nur eine Erwärmung von 0°,01 an, d. h. die von der Locatelli'schen Lampe ausgesandten Strahlen wurden schon von einer Wasserschicht von 5 mm Dicke in Verbindung mit zwei Glasscheiben von je $1^1/_2$ mm Stärke vollständig absorbirt. Eine directe Durchstrahlung fand also nicht statt.

Wurde jedoch die Locatelli'sche Lampe in diesem Falle durch eine leuchtende Gasflamme ersetzt, so fand bei fliessendem Wasser ein momentaner Ausschlag der Nadel statt, und schon nach 10 Min. war eine Erwärmung um 0°,45 eingetreten. Es ist dies die bekannte Erscheinung, dass sich diathermane Körper verschiedenen Wärmequellen gegenüber verschieden verhalten, und dass sie im Allgemeinen für die brechbareren Wärmestrahlen besser durchgängig sind. Bei den athermanen Stoffen, den Metallen, ist dies nicht der Fall, und hätte ich also bei den Versuchen statt der nur dunkle Wärmestrahlen aussendenden Locatelli'schen Lampe eine auch leuchtende Strahlen aussendende Wärmequelle benutzt, so würde voraussichtlich das schon jetzt so günstige Verhalten der blanken Metalle den schlechtleitenden diathermanen Stoffen gegenüber noch günstiger geworden sein.

Bevor ich nun die nach den auseinandergesetzten Versuchen sich ohne weiteres ergebenden praktischen Regeln zusammenstelle, möchte ich noch einmal hervorheben, dass sich dieselben nur auf Beschirmung gegen strahlende Wärme, und speciell

gegen dunkle Strahlung beziehen, also nur auf den Schutz von Pfeilern, Mikroskopträgern, Kreisen, Maassstäben u. s. w. an physikalischen und astronomischen Instrumenten. Vielleicht lässt sich auch in der technischen Praxis z. B. bei Dampfleitungen, von den gefundenen Resultaten Anwendung machen.

Die Verhältnisse liegen aber vollständig anders, wenn man nach einem Schutzmittel gegen die Schwankungen der Lufttemperatur sucht, wenn es sich z. B. darum handelt, ein Chronometer gegen die Schwankungen der Zimmertemperatur zu schützen.

Des Interesses halber habe ich auch hierüber einige Versuche angestellt, die jedoch keinen Anspruch auf besondere Genauigkeit machen können. Ich benutzte hierzu vier Kästchen aus Holz von genau gleichen Dimensionen. Einer dieser Kästen war innen, ein zweiter aussen und ein dritter innen und aussen mit Weissblech beschlagen, während der vierte ohne Metallbelag blieb. Durch eine kleine Oeffnung wurde je ein Thermometer dicht schliessend eingeführt. Diese vier Kästen wurden nun, nachdem die Thermometer vorher sorgfältig verglichen waren, zunächst längere Zeit in einem Raume, dessen Temperatur etwa 0° war, aufgestellt, bis die Thermometer gleichen Stand zeigten. Sodann wurden sie in einen Raum von etwa 18° Temperatur gebracht, bis der Ausgleich erfolgt war, und nachher wieder in den kalten Raum zurück. Während der Versuchszeit wurden die Thermometer in gleichen Zeitintervallen abgelesen. Gleich am Anfange eines eingetretenen Temperaturwechsels waren die Unterschiede in den Temperaturen im Innern der Kästen ziemlich bedeutend, aber schon nach etwa einer Stunde war jedesmal völliger Ausgleich der Temperatur erfolgt.

Ordnet man die Kästen nach der Geschwindigkeit, wie sie die äusseren Temperaturen annahmen, so erhält man bei der Erwärmung die Reihenfolge: Holz allein, Metall innen, Metall aussen, Metall aussen und innen, und bei der Abkühlung: Holz allein, Metall aussen, Metall innen, Metall aussen und innen. Also auch hier erfolgte die Wirkung der schirmenden Umhüllung ganz im Sinne der früheren Versuche. Der Unterschied ist nur der, dass nach verhältnissmässig kurzer Zeit hier überhaupt die Wirkung der Schirme aufhört. Gegen Schwankungen der äusseren Temperatur von sehr kurzer Dauer gewährt ein Kasten, der innen und aussen mit blankem Metall beschlagen ist, wohl besseren Schutz als ein einfacher Holzkasten, aber selbst gegen die gewöhnlichen täglichen Schwankungen der Zimmertemperaturen bietet diese Vorrichtung schon keinen Schutz mehr. Günstigere Resultate würde man mit den Kästen wohl erhalten haben, wenn sich eine grössere Masse in denselben befunden hätte, welche langsamer dem Temperaturausgleich gefolgt wäre.

Zum Schlusse will ich nun noch einmal kurz die erhaltenen Regeln zur Construction einer Schutzvorrichtung gegen strahlende Wärme zusammenstellen.

Die schlechten Wärmeleiter gewähren selbst in ziemlich dicken Schichten nur unvollkommenen Schutz gegen Bestrahlung, auch Combinationen solcher Stoffe erfüllen ihren Zweck nur ungenügend. Vorzügliche Schirmwirkung geben möglichst blanke Metalle; praktisch gut verwendbar sind alle auf beiden Seiten blanken Bleche, auch Stanniol und Bleifolie. Der guten Haltbarkeit wegen dürften vernickelte Bleche sich vorzüglich eignen. Sehr schädlich erweist sich ein Ueberzug von einem diathermanen Stoff, auch in dünnen Schichten, also muss auch jeglicher Anstrich und Lacküberzug vermieden werden, sogar eine dünne Fettschicht dürfte schon merklich die Schirmwirkung verringern. Am Besten bewähren sich Combinationen aus

blanken Metallen, die durch einen schlechten Leiter getrennt sind. In erster Reihe befinden sich hierbei die Combinationen von blanken Metallen mit circulirender Luft, welche in mehrfacher Wiederholung selbst gegen heftige Bestrahlung Schutz gewähren.

Gegen dunkle Strahlung schützt auch eine Schicht von fliessendem Wasser gleichmässiger Temperatur vollständig, Schichten aus stagnirenden Flüssigkeiten nützen nur wenig. Um die erwärmende Wirkung eines zur Beleuchtung dienenden Lichtbündels möglichst aufzuheben, dürfte es zu empfehlen sein, zunächst der Lichtquelle eine Alaunzelle und vor dieser eine Schicht fliessenden Wassers anzubringen.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

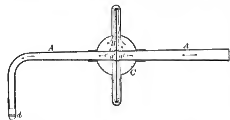
Neues Patent-Löthrohr.

Von Fa. **Mix & Genest** in Berlin.

Das Löthrohr ist, trotz seiner Unscheinbarkeit, in jeder Metallarbeiter-Werkstatt ein so wichtiges Handwerkzeug, dass Verbesserungen an demselben häufig genug vorgenommen und mit mehr oder weniger Glück durchgeführt sind. Die an ein gutes Löthrohr zu stellenden Anforderungen sind Handlichkeit und Hergabe einer starken, spitzen Stichflamme von grösster Hitze. Namentlich die Erfüllung der letzteren Punkte giebt einem Löthrohr den Werth überall, wo es auf schnelles Arbeiten ankommt, und also auch besonders bei Ausführungen im Freien, u. s. w.

Die Telegraphenbau-Anstalt von Mix & Genest in Berlin hat nun jüngst ein Löthrohr patentirt erhalten, welches wegen seiner Einfachheit und vorzüglichen Wirkung die Aufmerksamkeit der betheiligten Kreise verdienen dürfte; dasselbe hat dem praktischen Bedürfniss bei Ausführung von Blitzableitern- und Telephon-Anlagen bislang vollständig entsprochen.

Die nachfolgende Figur zeigt einen Durchschnitt des neuen Werkzeuges. Das eigentliche Rohr AA wird in der Mitte unterbrochen durch einen flachen Behälter, der sich zu einem kugelförmigen Gefäss C erweitert. In diesem Behälter befindet sich eine Metallscheibe B, die am Rande mit Baumwolldocht umwickelt ist. Die Scheibe ist mit Randeinschnitten versehen, damit die Umwicklung sich nicht verschiebt. Der Behälter C dient zur Aufnahme von stark kohlenwasserstoffhaltigen Flüssigkeiten, Benzin, Alkohol, Petroleumäther u. s. w., die zum Theil von der Umwicklung der Scheibe aufgenommen werden, zum Theil aber auch in dem kugelförmigen Gefässe, wie in der Zeichnung angedeutet, stehen bleiben. Ein Ausfliessen der Masse kann bei der eigenthümlichen Construction des Instrumentes nicht stattfinden. Dieser letztere Umstand ist besonders bei der Benutzung des Löthrohres ausserhalb der Werkstatt, auf Reisen u. s. w., besonders zu beachten; man ist dann nur genöthigt, die Einblasöffnung durch Kork luftdicht zu verschliessen, um das Verdunsten der Flüssigkeit zu verhindern.



In dem Theil des Rohres innerhalb des Kugelgefässes, vor und hinter der Scheibe B finden sich zwei kleine Löcher a, a', welche der eingeblasenen Luft den Durchgang durch das Rohr, und zwar in der gezeichneten Pfeilrichtung, gestatten. Zu erwähnen ist noch, dass an der Rohrspitze bei d ein feines Sieb angebracht ist, um etwaiges Rückschlagen der Flamme beim Aufhören oder Nachlassen des Blasens zu verhüten.

Bei Benutzung des Instrumentes tritt die eingeblasene Luft bei a in das Kugelgefäss, geht in der Pfeilrichtung nach a' und bestreicht auf diesem Wege die mit kohlenwasserstoff-

haltigen Flüssigkeiten durchtränkten wollenen Umwicklungen der Scheibe oder berührt die Oberfläche der vorhandenen Flüssigkeit selbst. Hierdurch werden die entstehenden Gase mit fortgerissen, treten durch das Sieb bei d an die vorhandene Flamme und erzeugen die sogenannte Stichflamme, welche durch die Art der kohlenwasserstoffhaltigen Körper ganz ungemein an Intensität gewinnt.[1]) Ganz kleine Flammen, ein Streichholz oder dergl., bilden eine Stichflamme von 20 bis 30 cm Länge.

Die in der Zeichnung vorgeführte einfache Form des neuen Löthrohres könnte, den verschiedenen Zwecken entsprechend, verändert werden, namentlich kann auf Herstellung eines Untergestelles Bedacht genommen werden, damit man ohne weiteren Handgriff zu arbeiten im Stande ist. Die Anbringung eines besonderen Gebläses würde an dem Löthrohr noch den Vortheil erkennbar werden lassen, dass das in seinem Behälter sich entwickelnde Gas direct bei seinem Austritt angezündet werden kann, eine besondere Flamme also nicht erforderlich wird.

Das Füllen des Instrumentes geschieht einfach, indem man die Flüssigkeit in das Rohr A giesst und durch Umkehrung desselben den Ueberschuss über das erforderliche Quantum zurücklaufen lässt.

Der beschriebene Apparat wird sich nach unserer Ueberzeugung empfehlen für Goldarbeiter, Klempner, Mechaniker, Schlosser, Telegraphenarbeiter u. s. w. und dürfte bald ein gesuchtes Werkzeug werden.

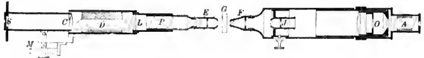
Referate.

Ueber ein neues Polarisationsmikroskop.

Von H. Dufet. *Journ. de Phys. II.* **5.** *S. 564.*

Während die in den letzten Jahren am Polarisationsmikroskop angebrachten Verbesserungen im Wesentlichen eine Vergrösserung des Gesichtsfeldes anstrebten, — wodurch aber gleichzeitig die Messung des Axenwinkels beeinträchtigt wurde — bezweckt dagegen das Polarisationsmikroskop des Verf. unter gleichzeitiger Hervorrufung scharfer Interferenzcurven in erster Linie eine genaue und schnelle Messung der Axenwinkel und zwar für die verschiedenen Farben des Spectrums.

Das bei S eintretende (weisse oder monochromatische) Licht wird durch das Nicol'sche Prisma P polarisirt, durch das Mikroskopobjectiv E convergent gemacht, trifft die in G befind-



liche Krystallplatte und erzeugt nach dem Durchgange durch diese und das Mikroskopobjectiv F in dessen Hauptbrennpunkt ein reelles Bild der isochromatischen Curven, welches durch das aus dem Objectiv J und dem mit Fadennetz versehenen Ocular O zusammengesetzte Mikroskop betrachtet wird. Der Analysator befindet sich in A. Die Einstellung auf das Bild geschieht durch Verschiebung des Objectivs J und Herausziehen des Oculars. Man erhält hierdurch das Bild der isochromatischen Curven in vollkommener, eine genaue Einstellung gestattender Schärfe. Das Feld ist zwar klein, aber da die Vergrösserung nur wenig mehr als Eins beträgt, so bewirkt die Drehung der Krystallplatte um eine Minute bereits eine deutliche Verschiebung der Interferenzstreifen. — Um mit Strahlen verschiedener Brechbarkeit zu operiren, bedient man sich eines Spectroskopes *à vision directe*. Der

[1]) Das Kohlenwasserstoff-Gebläse ist bereits als Theil des Krystallisations-Mikroskopes von Prof. O. Lehmann (diese Zeitschr. 1886 S. 329) vorhanden und wird bei Herrn R. Fuess seit einem Jahre angefertigt. Die Form als Löthrohr für gewerbliche Zwecke ist neu. D. Red.

Collimator C desselben ist mit Hilfe einer mit getheilter Trommel versehenen Mikrometerschraube M beweglich. Die durch den Spalt S eintretenden Strahlen erzeugen nach ihrem Durchgange durch das Prisma D und die Linse L ein reelles Bild des Spectrums in der Focalebene des Objectivs E, und da das Ocularsystem auf die Interferenzcurven genau, d. h. für parallele Strahlen eingestellt ist, so ist auch das Spectrum deutlich sichtbar, die Fransen projiciren sich auf das Spectrum; durch Bewegung der Mikrometerschraube M kann man die verschiedenen Farben des Spectrums im Gesichtsfeld erscheinen lassen.

Die Vorrichtung zur Messung der Axenwinkel ist identisch mit der von Prof. V. v. Lang angegebenen. Die Axe, welche die zu messende Krystallplatte trägt, endet in einem Theilkreise mit zwei um 180° von einander abstehenden Nonien. Der Kreis ist direct in Drittel-Grade getheilt; die Nonien gestatten Drittel-Minuten abzulesen. Es empfiehlt sich beim Gebrauch des Instrumentes möglichst ebene Platten, etwa von der Dicke der zu Turmalinzangen verwendeten zu nehmen. Die Messung der Axenwinkel soll in diesem Falle nach den Angaben des Verf. in ausserordentlich kurzer Zeit zu bewerkstelligen sein.

Der Apparat bietet den Vortheil, auch zur Bestimmung von Brechungsquotienten nach der Methode der totalen Reflexion benutzt werden zu können. Man entfernt zu diesem Zweck den spectroskopischen Theil des Instrumentes und ersetzt die Krystallplatte durch ein System von zwei rechtwinkligen sehr stark brechenden ($n_D = 1{,}767$) Flintglasprismen. Das eine der Prismen steht fest, das andere ist um eine horizontale Axe und zwar derart drehbar, dass es, wie bei dem Abbe'schen Refractometer, eine planparallele Platte an das feste Prisma andrücken kann. Zwischen die Platte und das feste Prisma bringt man eine Flüssigkeit von grösserer Brechbarkeit, als die Platte besitzt, etwa Bromnaphtalin; das Resultat soll bis auf eine oder zwei Einheiten der vierten Decimale genau sein. — Der Apparat ist übrigens auch als Wollaston'sches Goniometer zu benutzen. *B.*

Projectirtes Halbprisma-Spectroskop und Universal-Stern-Spectroskop.

Von Dr. C. Braun. *Berichte d. Erzbischöfl.-Haynald'schen Observatoriums zu Kalocsa in Ungarn.*

Unter den vom Verf. in seinen Berichten über das Haynald'sche Observatorium vorgeschlagenen Apparaten sollen im Anschluss an das Referat im Juli-Hefte dieses Jahrgangs (S. 249) auch das Halbprisma-Spectroskop und das Universal-Stern-Spectroskop einer kurzen Besprechung unterzogen werden.

Bei dem Halbprisma-Spectroskop wird die Zerstreuung der Lichtstrahlen durch drei in einem rechteckigen Kasten hinter einander aufgestellte aus Thallium- und Crownglas bestehende Christie'sche Halbprismen bewirkt. Dem Thalliumglas-Prisma wurde der brechende Winkel 57° gegeben, für das Crownglas-Prisma derselbe aber so berechnet, dass das Ganze etwa für die D-Linie *à vision directe* wurde. Die drei Christie'schen Halbprismen stehen auf drehbaren Platten, welche durch eine Liederungsstange so mit einander verbunden sind, dass bei einer von ausserhalb des Kastens durch eine Schraube erfolgenden Bewegung der Stange die einander entsprechenden Flächen der drei Prismen sich immer parallel bleiben. Hilger in London soll mit dieser Einrichtung für die sympathische Drehung der Prismen sehr zufrieden gewesen sein. Ferner sind das zweite und dritte Prisma auf ihren Platten, ebenfalls von aussen, verschiebbar, so dass man auch nur ein oder zwei Prismen zur Zerstreuung der Lichtstrahlen benutzen kann. Hinter dem dritten Christie'schen Prisma steht noch ein Reversionsprisma, welches jedoch, wenn eine Umkehrung des Spectrums nicht stattfinden soll, durch Drehung einer Scheibe ausser Thätigkeit gesetzt werden kann.

Ein ziemlich complicirter Apparat ist das Universal-Stern-Spectroskop. Sein hauptsächlichster Vorzug besteht darin, dass man das Spectrum des Sternes oder Kometen ausmessen kann, ohne für das Mikrometer Fadenbeleuchtung nothwendig zu haben und ohne nach einer jedesmaligen Einstellung die Mikrometertrommeln ablesen zu müssen.

Der Apparat wird durch einen Adaptor mit dem Tubus eines Fernrohres verbunden und das Bild des Sternes mit Hilfe eines von der Seite in das Collimatorrohr bis zu dessen

Axe schiebbaren Reflexionsprismas auf den Spalt des Collimators eingestellt. Die Weite und Höhe des Spaltes ist regulirbar, vor demselben ist ein Vergleichsprisma angebracht. Die Strahlen, welche von dem Bild des Sternes ausgehen, werden durch die Collimatorlinse parallel gemacht, hierauf durch zwei hinter einander stehende Flint- oder Kalkspath-Prismen zerstreut und geben dann in dem Beobachtungsrohr ein durch das Ocular zu betrachtendes Spectrum. Die Platte, auf welcher die beiden Dispersionsprismen und das Beobachtungsrohr ruhen, lässt sich höher und tiefer stellen. Bei der letzteren Stellung fallen aber nicht alle aus der Collimatorlinse austretenden Strahlen auf die beiden Dispersionsprismen, sondern ein Theil derselben geht über ihnen hinweg und wird durch ein Reflexionsprisma in das Beobachtungsrohr reflectirt, wo daher neben dem Spectrum noch das Bild des Spaltes als weisse Linie gesehen wird. Das Beobachtungsrohr lässt sich etwas drehen, damit man jede Stelle des Spectrums in die Mitte des Gesichtsfeldes bekommen kann. Ausserdem ist vom Ocular aus durch eine an einem Hebel angreifende Mikrometerschraube das Reflexionsprisma drehbar, wodurch das Bild des Spaltes durch das Gesichtsfeld bewegt und das Spectrum somit ohne Anwendung einer Fadenbeleuchtung ausgemessen werden kann. Damit man nicht nöthig hat, den Stand der Mikrometerschraube bei jeder Einstellung abzulesen, ist das Mikrometer mit einem Typenwerk versehen, auf das wir jedoch nicht näher eingehen wollen, da es auf seine in mannigfacher Weise ausführbare Construction hier nicht weiter ankommt. Man findet die Wellenlängen der Spectrallinien durch Vergleichung der ihnen entsprechenden Mikrometerablesungen mit den bei der Ausmessung eines Normalspectrums, z. B. des Sonnenspectrums, ein für allemal gefundenen und notirten Ablesungen.

Um den Uebelstand zu vermeiden, dass bei Erschütterungen des Apparates das Spectrum und das zu seiner Ausmessung benutzte Bild des Spaltes sich nach entgegengesetzten Seiten bewegen, ist zwischen dem Reflexionsprisma und dem Beobachtungsrohr noch ein Reversionsprisma eingeschaltet. An Stelle dieser beiden Prismen lassen sich natürlich auch zwei Spiegel benutzen.

Das oben besprochene Collimatorrohr kann durch ein anderes ersetzt werden, welches nur eine concave Linse enthält. Die vom Objectiv des Fernrohres kommenden Strahlen werden durch diese Linse, noch bevor sie sich zum Bild des Sternes vereinigt haben, parallel gemacht und fallen dann auf die Prismen.

Damit das Sternspectrum eine gewisse Breite erhält, muss eine Linse des Oculares natürlich cylindrisch sein oder vor dem Ocular noch eine solche angebracht werden.

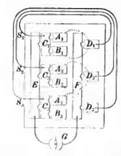
Endlich giebt Braun noch eine sehr einfache, wenn auch nicht rigoros genaue Einrichtung an zur automatischen Einstellung der Prismen auf das Minimum der Ablenkung. Die Prismen stehen hierbei auf drehbaren Scheiben und das Beobachtungsrohr liegt auf einer besonderen Platte, deren Drehung durch zwei Hebel auf die beiden Scheiben in dem Verhältniss übertragen wird, dass die Drehung des ersten Prismas $^1/_4$ und die des zweiten $^3/_4$ von der des Beobachtungsrohres beträgt. *Kn.*

Universalumschalter für elektrochemische Untersuchungen.

Von N. v. Klobukow. *Journal für praktische Chemie. N. F.* ***34.*** *S. 539.*

Unter obigem Namen beschreibt der Verfasser einen für das elektrochemische Laboratorium der technischen Hochschule in München construirten Apparat, mittels dessen bei einer gegebenen Anzahl von Stromkreisen, in welcher die Messung der Stromstärken mit einem und demselben Messinstrument vorgenommen werden soll, das Ein- und Ausschalten des letzteren bequem derart bewirkt werden kann, dass das Galvanometer beim Ausschalten immer durch einen gleich grossen Widerstand ersetzt wird. Der Apparat hat die Form eines Widerstandskastens. In der Figur a. f. S. ist die obere Ansicht des Deckels für den Fall gezeichnet, dass der Apparat drei Stromkreise zu bedienen hat und dass das Galvanometer zwei Einstellungen für verschiedene Empfindlichkeit zulässt, also zwei verschiedene Widerstände besitzen kann. Auf der aus Hartgummi verfertigten Deckelplatte

befinden sich die mit A, B, C, D, E und F bezeichneten Metallplatten, welche durch Stöpsel (in der Figur als Kreise angedeutet) leitend verbunden werden können. Die durch punktirte Linien angedeuteten Verbindungen zwischen den Platten D und A, bezw. B sind Widerstandsrollen, welche im Innern des Kastens liegen. Die Widerstände zwischen den Platten D und A sind genau gleich dem Widerstand des Galvanometers bei seiner ersten Einstellung, die zwischen D und B dem Galvanometerwiderstand bei der zweiten Einstellung. Mit den Platten E und F sind die zum Galvanometer G führenden Drähte verbunden, mit C und D die Drähte der drei Stromkreise S. Der Gebrauch des Apparates ist aus folgendem Beispiel ersichtlich. Soll der Strom des Kreises S_1 durch das Galvanometer geführt werden und habe das Galvanometer die erste Einstellung, so sind die Stöpsel zwischen D_1 und F, dann zwischen E und C_1 einzusetzen. Der Strom geht dann aus dem Stromkreise S_1 durch D_1 und F zum Galvanometer, von dort durch E und C_1 zurück. Soll nun das Galvanometer ausgeschaltet und durch einen gleich grossen Widerstand ersetzt werden, sodass also die Stromintensität unverändert bleibt, so werden die beiden Stöpsel entfernt und dafür der zwischen A_1 und C_1 eingesetzt. Der Strom geht dann durch D_1 und den der ersten Galvanometereinstellung entsprechenden Widerstand nach A_1, dann durch C_1 in den Stromkreis zurück. Der richtige Gebrauch des Apparates wird dadurch controlirt, dass gleichzeitig höchstens vier Stöpsel in Verwendung stehen dürfen (zwei in dem Stromkreise, dessen Stromstärke gerade gemessen wird, je einer in den beiden andern). Haben sämmtliche Stromkreise eine gemeinsame Rückleitung, so wird der Apparat noch etwas einfacher; die Platten C fallen weg, A und B können direct mit E durch Stöpsel verbunden werden und die Rückleitung wird an E angeschlossen. *Wgsch.*

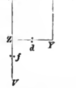


Der Auxanograph, ein Apparat zur Skizzirung von kleinen naturhistorischen Objecten.

Von Dr. Fr. Hilgendorf. *Sitz.-Ber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde v. 15. März 1887 S. 39.*

Das Princip des Auxanographen ist bereits im April 1882 vom Verf. mitgetheilt worden (vgl. die Mittheilung in dieser Zeitschr. 1882 S. 459); neuerdings ist der einfache und praktische Apparat etwas vervollkommnet worden, so dass einige weitere Angaben darüber interessiren dürften.

Der Auxanograph ist dazu bestimmt, von körperlichen Objecten, deren Grösse bis zu 1 mm hinunter gehen kann, 2 bis 10 mal vergrösserte geometrische Skizzen (orthogonale Projectionen) zu liefern; der Apparat besteht in einem etwas modificirten Storchschnabel (Pantograph), dessen vier Schienen Wb, WV, ZY und XY durch hohe Axen in W, X, Z und Y über einem Reissbrett emporgehoben werden. In f befindet sich ein durch Reissnägel gehaltener Pfeiler, welcher den festen Drehpunkt beim Zeichnen liefert, während das Papier unter dem Bleistift bei b aufgespannt wird. Das Object ruht unter der Schiene ZY und zwar unter einem Diopter d, das dicht auf der Schiene eine Linse mit einem auf der oberen Fläche eingeritzten Kreuz trägt. Durch die bei b zeichnende Hand wird das Diopter zu gleicher Zeit mittels des Schienenparallelogramms über die Conturen des Objectes fortgeführt, während das Auge durch das obere Visirloch des Diopters controlirt. Statt der hohen Axe in Y kann auch eine kurze daselbst gewählt werden, gerade hoch genug, dass die Schienen über ein grösseres Object, ohne anzustossen, fortgleiten können; in diesem Fall wird die Schiene XY über Y verlängert und der Endpunkt der Verlängerung ruht auf einer hohen Axe. Der Maassstab der Zeichnung wird durch Verschiebung des Pfeilers f und des Diopters d bestimmt. Die drei Axen des Pfeilers, des Diopters und des Bleistiftes müssen stets in derselben Ebene, d. h. die Punkte f, d, b in gerader Linie liegen. Zwischen V und Z befinden sich Löcher für eine Vergrösserung



von $^2/_1$, $^5/_2$, $^3/_1$, $^4/_1$, $^6/_1$, $^8/_1$, $^{10}/_1$. Die Stellung des Diopters wird mittels einer Scale geregelt, deren Nullpunkt über Z zu liegen kommt und die zwischen Z und Y dicht unter die Linse geschoben wird.

Da die Schiene ZY aus praktischen Gründen nicht durchsichtig (von Glas) angefertigt werden kann, so wurde sie nach der Seite der Schiene Wb zu bis über die Mitte fort ausgeschnitten, um das Visiren von oben und die Beleuchtung des Gegenstandes zu ermöglichen.

Die Vorrichtung, um die Visirlinie senkrecht auf die Basisebene zu stellen, besteht darin, dass das obere Loch in einer verschiebbaren Platte sich befindet; durch Lothung lässt sich die richtige Lage ermitteln, vorausgesetzt, dass man für Horizontalstellung des Reissbrettes, etwa durch eine Setzwage, Sorge getragen. Zur Horizontalstellung der Linse dient eine pendelartige Bewegung um die Schraube, durch welche die Linsenfassung an derjenigen der Dioptersäule befestigt ist. Für die schärfere Linse, die bei minutiöseren Objecten zur Verwendung kommt, und bei der eine schiefe Lage einen grösseren Fehler erzeugen würde, ist noch eine Correctur in der senkrecht auf der ersten stehenden Richtung durch stärkeres oder geringeres Anziehen der obenerwähnten Schraube zu erzielen, indem der an der Dioptersäule liegende, glatt abgeschnittene Theil der Linse als Axe dient, um welche die Linse auf und nieder wippt. Wenn das Auge zur Beurtheilung der Lage des Glases nicht ausreicht, wird sich ein horizontal untergelegter Spiegel empfehlen, in welchem das Bild des eingeritzten Kreuzes genau unter dem wirklichen Kreuz erscheinen muss. Bei Benutzung der schärferen Linse ist der zu zeichnende Gegenstand durch eine Unterlage zu erhöhen, damit er in den Sehbereich der Linse gelangt; er bleibt dann bei immer sich abschwächender Vergrösserung sichtbar, bis er die untere Glasfläche berührt. Das Kreuz auf der Linse kann durch feine Tuschstriche, aufgeklebte Holzsplitterchen oder dergl. sichtbarer gemacht werden; die Farben sind jedesmal so zu wählen, dass das Kreuz sich von dem Object deutlich abhebt.

Auf eine grosse Genauigkeit aller dieser mathematischen Elemente kommt es praktisch wenig an, weil die sämmtlichen Winkelbewegungen an dem Schienensystem immer nur geringe Ausschläge aufweisen, so dass beispielsweise eine nicht genau verticale Sehaxe sich doch stets fast parallel mit sich selbst fortbewegen wird. Dieser günstige Umstand hat es erlaubt, dass man dem Apparat eine theoretisch nicht ganz vollkommene, aber dafür sehr einfache Einrichtung geben durfte, ohne dabei die Brauchbarkeit in Frage zu stellen. Dieser Gesichtspunkt ist denn auch bei der Construction zu Gunsten der leichten Handhabung, sowie der billigen Herstellung und damit der weiteren Verbreitung des Auxanographen stets im Auge behalten worden.

Historisch bemerkt Verf., dass J. Roberts schon früher den Pantographen in einigermaassen ähnlicher Weise benutzte, um das im Ocular eines zusammengesetzten Mikroskopes erscheinende Bild, das er mit einem Glaskreuz visirte (dieses wurde durch einen horizontalen Schlitz der Ocularwand eingeschoben), auf ein Papier vergrössert zu übertragen. (*Monthly Microsc. Journ.* **8**, *S. 1. 1872*). — Sodann hat Schröder unter Anleitung des um die naturhistorischen Zeichenapparate so verdienten Lucae einen Mikropantographen angefertigt, der mit obigem Auxanographen im Princip ebenfalls übereinstimmt, aber nicht die kleineren Objecte besonders ins Auge zu fassen, sondern hauptsächlich für verkleinerte geometrische Zeichnungen grösserer Objecte bestimmt zu sein scheint. (Vgl. diese Zeitschr. 1883, S. 80). Das Diopter bewegt sich, in der einen Axe des Storchschnabels angebracht, auf der Glasplatte des Lucae'schen Apparates; die entgegengesetzte Axe zeichnet auf einem die Fortsetzung der Glasplatte bildenden Brett; die Fixirung liegt an der Grenze beider Flächen.

Die gegenwärtig gewählte Form des Auxanographen wird von Herrn Mechaniker E. Sydow, Berlin, Albrechtstr. 13, ausgeführt. *W.*

Ueber eine Abänderung des Kohlrausch'schen Sinusinductors.

Von E. Pfeiffer. *Wiedem. Ann. N. F.* **31**. *S. 127.*

Die Abänderung beseitigt den bereits von F. Kohlrausch erwähnten Uebelstand, dass das Seil, welches das für die Rotation des Magneten erforderliche fallende Gewicht

trägt, selbst bei mässigem Gebrauch schnell unbrauchbar wird. Die Kimmen nämlich, in denen das Seil sich um die Leitrollen legt, tragen zahlreiche, nach aussen gestellte Metallspitzen, die in das Seil eingreifen, um das Gleiten desselben und damit einen unregelmässigen Gang des Apparates zu verhindern. Die Abänderung bezieht sich daher im Wesentlichen auf die Triebvorrichtung. Das den Magnet treibende Räderwerk steht vertical, (wodurch der Apparat in Folge seiner geringen Ausdehnung in horizontaler Richtung zum Anbringen an der Wand geeignet wird), die horizontale Axe des ersten Triebrades ist verlängert und trägt auf der Verlängerung eine mit derselben fest verbundene, mit Kurbel versehene Rolle (von 13 cm Länge, 16 cm Durchmesser), auf deren Aussenfläche eine Schraubenkimme zur Aufnahme des Seiles eingeschnitten ist. Eine dieser vollkommen gleiche Rolle mit Kurbel und Schraubenkimme ist auf einem besondern Träger neben der ersten mit paralleler Axe angebracht. Ueber diese beiden Rollen ist eine Schnur in der Weise gewunden, dass sie an dem zunächst am Multiplicator liegenden Endpunkte der Schraube der ersten Rolle beginnt, der Schraubenlinie folgt, dann über eine lose Rolle läuft, auf die zweite Rolle geht und in dem vom Multiplicator entfernter liegenden Endpunkte der zweiten Schraube endet. Vom Bügel der losen Rolle geht eine zweite Schnur, die das Gewicht trägt, über zwei in der Nähe der Zimmerdecke nebeneinander in der Mauer befestigte Rollen. Das abgelaufene Gewicht lässt sich sowohl mit Hilfe der ersten wie auch der zweiten Rolle aufziehen; die letztere wird benutzt, wenn der Apparat nach Durchlaufung des disponiblen Fallraumes constant weiter gehen soll. In diesem Falle nämlich läuft der Inductor so lange, bis die Schnur sich von der ersten Rolle auf die zweite abgewickelt hat. — Die Bedingung des vollkommen constanten Ganges des Apparates ist theoretisch nicht ganz erfüllt, da der in den beiden Schnurtheilen herrschende Zug in Folge einer geringen Drehung der losen Rolle um ihren verticalen Durchmesser etwas wachsen muss; diese Zunahme ist aber selbst für die tiefste Stellung des Gewichtes verschwindend klein. *B.*

Gasolingebläse und Muffelofen.

Von William Hoskins. *Zeitschrift f. analyt. Chemie.* ***26.*** *S. 45.*

Verfasser beschreibt eine Gebläselampe zur Erhitzung von Muffelöfen u. s. w. für jene Fälle, wo Leuchtgas nicht zu Gebote steht und wo man die Anwendung eines durch einen Blasebalg erzeugten Luftstromes vermeiden will. Das flüssige Brennmaterial (Gasolin) befindet sich in einem Messingreservoir, in welches mittels einer Druckpumpe Luft eingepresst werden kann. Das durch einige Kolbenstösse unter Druck gestellte Gasolin gelangt aus dem Reservoir in einen Brenner, welcher so eingerichtet ist, dass die Flüssigkeit, ehe sie ausströmt, um den erhitzten Brenner circulirt und dabei vergast wird. Der Dampf strömt dann durch eine feine Oeffnung aus und saugt die zur Erzeugung einer sehr heissen Flamme nöthige Luftmenge an. Es genügt, den Druck im Reservoir alle halbe Stunden mit der Pumpe wieder herzustellen. Die zur Gebläselampe gehörigen Oefen (Muffelöfen, sowie Oefen zum Erhitzen von Tiegeln) werden ebenfalls beschrieben. *Wgsch.*

Neu erschienene Bücher.

Josef von Fraunhofer. Von Prof. Dr. Voit. Sonder-Abdruck aus der Vierteljahrsschrift des polytechn. Vereins in München. Th. Riedel. M. 1,50.

Die vorliegende, gelegentlich des hundertjährigen Geburtstages Josef von Fraunhofer's geschriebene Brochüre wird für unsere Leser deshalb von besonderem Interesse sein, weil sie eine lebendige Darstellung der technischen Arbeiten des grossen Optikers an der Hand der von ihm erfundenen Werkstattsapparate giebt; es werden u. A. Fraunhofer's Polirmaschine, die Pendel-Schleifmaschine, sowie das Sphärometer beschrieben. Wie aus einer

Fussnote hervorgeht, hat Herr S. von Merz die Absicht, eine Beschreibung aller Originalapparate Fraunhofer's, soweit sie im Besitz der Firma Merz sind, herauszugeben. Hoffentlich führt Herr von Merz diese dankenswerthe Absicht bald aus. *W.*

Handbuch der physiologischen Optik. Von H. v. Helmholtz. 2. umgearbeitete Auflage. 4. Lief. Hamburg und Leipzig, L. Voss. M. 3,00.

Die vierte Lieferung dieses bedeutsamen Werkes fährt in dem zweiten Abschnitte, der Lehre von den Gesichtsempfindungen fort und behandelt die Capitel: Reizung des Auges durch Licht und die Farbenempfindungen, die einfachen sowohl wie die zusammengesetzten Farben. *W.*

W. Foerster, Untersuchungen über das Fraunhofer'sche Aequatoreal. Anhang des V. Bandes der Berliner Beobachtungen. Berlin. Dümmler. M. 2,00.

G. Müller, Untersuchungen über Mikrometerschrauben mit besonderer Anwendung auf das Fadenmikrometer des neunzölligen Aequatoreals der Berliner Sternwarte. Ebendaselbst. M. 1,00.

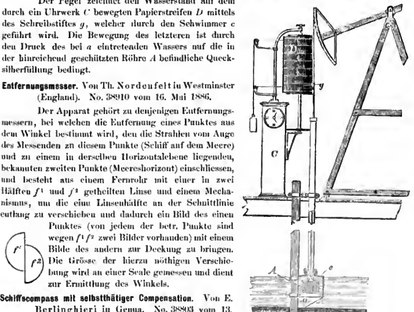
A. Schmidt, Bestimmung der Theilungsfehler am Pistor'schen Meridiankreise der Berliner Sternwarte. Ebendaselbst. M. 1,00.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Selbstregistrirender Pegel. Von Kröhnke in Breslau. No. 38539 vom 3. März 1886.

Der Pegel zeichnet den Wasserstand auf dem durch ein Uhrwerk C bewegten Papierstreifen D mittels des Schreibstiftes g, welcher durch den Schwimmer e geführt wird. Die Bewegung des letzteren ist durch den Druck des bei a eintretenden Wassers auf die in der hinreichend geschützten Röhre A befindliche Quecksilberfüllung bedingt.



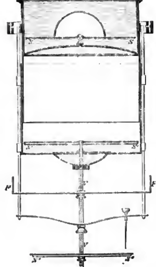
Entfernungsmesser. Von Th. Nordenfelt in Westminster (England). No. 38910 vom 16. Mai 1886.

Der Apparat gehört zu denjenigen Entfernungsmessern, bei welchen die Entfernung eines Punktes aus dem Winkel bestimmt wird, den die Strahlen vom Auge des Messenden zu diesem Punkte (Schiff auf dem Meere) und zu einem in derselben Horizontalebene liegenden, bekannten zweiten Punkte (Meereshorizont) einschliessen, und besteht aus einem Fernrohr mit einer in zwei Hälften f^1 und f^2 getheilten Linse und einem Mechanismus, um die eine Linsenhälfte an der Schnittlinie entlang zu verschieben und dadurch ein Bild des einen Punktes (von jedem der betr. Punkte sind wegen $f^1 f^2$ zwei Bilder vorhanden) mit einem Bilde des andern zur Deckung zu bringen. Die Grösse der hierzu nöthigen Verschiebung wird an einer Scale gemessen und dient zur Ermittlung des Winkels.

Schiffscompass mit selbstthätiger Compensation. Von E. Berlinghieri in Genua. No. 38803 vom 13. December 1885.

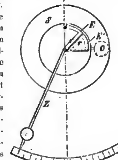
Die Compensation wird durch die auf einer Pinne bewegliche Magnetnadel $N'S'$ (Fig. u. f. S.) bewirkt, welche die Nadel NS der Windrose beeinflusst und ihrerseits unter den Einwirkungen des zur

Compensation der quadrantalen Deviation dienenden Weicheisenstabes FF und des zur Compensation der semicirculären Deviation angebrachten Magnetstabes $N''S''$ steht. Mit Hilfe der Schraube $V'V$ und der auf derselben befindlichen Muttern kann die Entfernung der drei Compensationstheile von einander und von der Compassnadel geregelt werden.



Aperiodischer Strom- und Spannungsmesser. Von C. L. Imhoff in Mülheim a. R. No. 38944 vom 29. Sept. 1885.

Die Wirkung des Apparates beruht auf der Abstossung zweier von dem zu messenden Strom gleichmässig polarisirter Eisenstücke. Von diesen ist eines E' fest und das andere mit Zeiger Z und Gegengewicht C versehene Stück E drehbar innerhalb eines Solenoides S angeordnet. Diese beiden Eisenstücke stehen sich mit ihren Flächen r gegenüber, welche sich in der Richtung des Solenoidradius erstrecken. Um die Bewegungen des drehbaren Stückes E zu bremsen, ist dasselbe mit einem Dämpferstück d versehen, welches durch Erzeugung von hemmenden Gegenströmen (Foucault'schen Strömen) im Messinggehäuse des Solenoides den Zeiger rasch zur Ruhe bringt. Das Stück E' kann auch durch einen permanenten Magneten ersetzt werden, dessen Molecularströme dieselbe Richtung haben wie der im Solenoide kreisende Strom, so dass es stets auf dem Maximum seiner magnetischen Kraft erhalten wird.

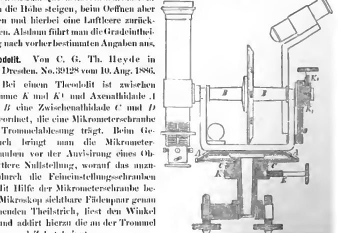


Thermometer mit elastischer Metallkugel. Von H. Zscheye in Bindorf, Anhalt und A. Eichhorn in Cöthen. No. 39249 vom 23. October 1886.



Der aus dünnem Stahlblech hergestellte elastische Behälter A dient an Stelle der gebräuchlichen Glaskugel zur Aufnahme des Quecksilbers. In denselben ist das Glasrohr B des Thermometers luftdicht eingeschliffen. An dem Stahlbehälter A ist ein Ring angebracht, welcher zwei Schrauben e trägt. Durch Anziehen derselben wird das Quecksilber in dem Glasrohr B in die Höhe steigen, beim Oeffnen aber fallen und hierbei eine Luftleere zurücklassen. Alsdann führt man die Gradeintheilung nach vorher bestimmten Angaben aus.

Theodolit. Von C. G. Th. Heyde in Dresden. No. 39128 vom 10. Aug. 1886.



Bei einem Theodolit ist zwischen Klemme K und K^1 und Axenalhidade A und B eine Zwischenalhidade C und D angeordnet, die eine Mikrometerschraube mit Trommelablesung trägt. Beim Gebrauch bringt man die Mikrometerschrauben vor der Anvisirung eines Objectes auf die mittlere Nullstellung, worauf das anzuvisirende Object durch die Feineinstellungsschrauben eingestellt wird. Mit Hilfe der Mikrometerschraube bewegt man das im Mikroskop sichtbare Fädenpaar genau auf den vorhergehenden Theilstrich, liest den Winkel im Mikroskop ab und addirt hierzu die an der Trommel abgelesenen Minuten und Zehntelminuten.

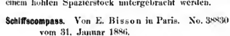
Neuerung an Schraubstockbacken. Von W. L. Livermore in Hannover. No. 38192 vom 9. Januar 1886.

An den einen Schraubstockbacken *b* ist ein verstellbarer Theil *a* (Fig. 1) angebracht, welcher aus zwei mit einander beweglich verbundenen und unabhängig von einander drehbaren keilförmigen Stücken *d* und *c* besteht. *d* ist an *b* leicht abnehmbar befestigt; *c* wird dagegen durch die Feder *s* und den Bolzen *e* (Fig. 2) auf *d* festgehalten und kann um *e* beliebig gedreht werden, um den Schraubstock zum Einspannen keilförmiger Arbeitsstücke geeignet zu machen.

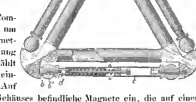
Fig. 2. Fig. 1.

Zerlegbares Stativ für geodätische und photographische Instrumente. Von H. Müller & F. Reinecke (in Firma A. Meissner) in Berlin. No. 38732 vom 16. September 1886.

Die Beine dieses Stativs werden aus Röhren von beliebigem Querschnitt gebildet. Zu einem Bein gehören mindestens zwei Rohre, welche unten in einer Spitze sich vereinigen, oben die Pfropfen *b'* tragen. Jedes dieser Rohre kann aber auch, bei hohen Stativen, aus mehreren, ineinanderschiebbaren Rohren bestehen. Die Befestigung der Beine an den Stativplatten geschieht mittels der Pfropfen *b'*, die mit Löchern für die Zapfen *b* dieser Platte versehen sind. Um die Befestigung zu lösen, hat man die zwischen den Pfropfen *b'* befindlichen federnden Rohre *c* und *d* zusammenzudrücken (ineinanderzuschieben). Die Stativtheile können in einem hohlen Spazierstock untergebracht werden.



Schiffscompass. Von E. Bisson in Paris. No. 38830 vom 31. Januar 1886.



Es handelt sich um einen Compass mit Compensation. Wesentlich bei demselben sind zwei um eine und dieselbe Verticalaxe schwingende Magnetnadeln von gleichen Dimensionen, deren Entfernung von einander geändert werden kann und so gewählt ist, dass die beiden Nadeln nicht auf einander einwirken können, wenn sie sich am nächsten sind. Auf diese Nadeln wirken zwei zu beiden Seiten des Gehäuses befindliche Magnete ein, die auf einem um die Verticalaxe drehbaren Träger ruhen und die in verticaler Richtung verstellbar sind und dem Gehäuse bezw. den Nadeln genähert oder von denselben entfernt werden können. In Bezug auf die Art und Weise des Gebrauchs dieser Einrichtungen wird auf die Patentschrift verwiesen.

Apparat zum Markiren mikroskopischer Objecttheile. Von R. Winkel in Göttingen. No. 38858 vom 15. September 1886. (Vgl. auch Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie 3. S. 461.

Mittels des Apparates soll das Wiederauffinden sehr feiner Objecttheile erleichtert werden. Man schraubt ihn an Stelle des Objectivs in den Mikroskoptubus *T*, senkt die mit einem Diamantsplitter oder anderem glasschneidenden Körper versehene, an einem durch die Schraube *f* verstellbaren Schlitten *h* befestigte Zeichenspitze *i* auf das Deckglas herab und dreht die Hülse *C* an ihrem vorspringenden Rande einmal um ihre Axe. Dieser Bewegung folgt der excentrisch gestellte Zeichenstift, der hierbei auf der Deckglasfläche eine feine Kreislinie beschreibt, die das zu markirende Object umschliesst. Die Schraube *m* der Hülse *D* steckt mit ihrem Kopf in einem Schlitzloch der Hülse *C*, so dass *D* in der Richtung der Axe verschiebbar ist. Beim Markiren arbeitet der Zeichenstift lediglich unter dem Druck des Gewichtes von *D* und der damit verbundenen Theile, *g* ist eine auf den Schlitten *h* wirkende Feder.

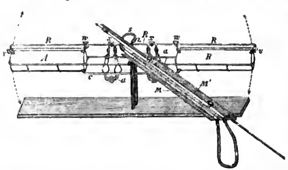
Doppel-Objectivlinsen mit gemeinschaftlichem Sehfelde. Von H. Westien in Rostock, Mecklenburg. No. 38207 vom 25. Mai 1886.

Die Doppel-Objectivlinsen (für Lupen und Mikroskope) bestehen aus zwei Linsen bezw. Objectivlinsensystemen, welche durch einseitiges Abschleifen des Randes so nahe und unter einem

solchen Winkel an einander gestellt sind, dass die optischen Axen der Linsen mit den Augenaxen zusammenfallen, somit jedem Auge ein besonderes Gesichtsfeld bieten und der Inhalt beider Gesichtsfelder zu einem Sehfelde verschmolzen zur Erscheinung gebracht wird.

Apparat zur volumetrischen Bestimmung absorbirbarer Gase. Von E. Mertens in Berlin. No. 38450 vom 23. Juli 1886.

Der Apparat besteht aus zwei mit einem Manometer *MM'* verbundenen, oben und unten mit einander communicirenden und um eine Horizontalaxe bewegbaren Gefässen *A* und *B*, durch deren untere Communication *c* eine in ihnen befindliche Flüssigkeit infolge Höhenveränderung der Gefässe beliebig aus dem einen in das andere strömen und dadurch das in den Gefässen befindliche Gas zwingen kann, seinen Weg beliebig oft durch die obere Communication *R* und die in dieselbe eingeschalteten Absorptionsgefässe *a* zu nehmen. *v*, *w* und *x* sind die erforderlichen Hähne. Zur Beseitigung des Einflusses von Temperatur- und Luftdruckveränderung während der Untersuchung wird der bewegliche Schenkel *M'* des Manometers *MM'* nicht mit der äusseren Luft, sondern mit Gefässen verbunden, welche gleiches Volumen und gleiche Flüssigkeitsmenge enthalten wie die Gefässe *A* und *B* einschliesslich ihrer Verbindungsröhren. Ein etwaiger Temperaturwechsel wird dann bei der Ablesung nicht zur Geltung kommen, da derselbe auf beide Schenkel des Manometers gleichen Einfluss übt.



Für die Werkstatt.

Neue Feilen. Neueste Erfindungen und Erfahrungen. 14. Heft 8.

Die neuen Feilen bestehen aus einer der Hiebgrösse entsprechenden Anzahl dünner gehärteter Stahlplatten, die auf einer flachen Seite geriffelt und deren schmale Seitenflächen schräg abgeschliffen sind. Der Schnitt dieser schrägen Flächen mit der Riffelung der Seitenflächen erzeugt die dem Kreuzhieb ähnlichen schneidenden Kanten. Die Platten sind mit quadratischer Lochung versehen und werden auf einen vierkantigen Stab von rechteckigem Querschnitt aufgereiht. Eine dünne Lamelle, welche ausserdem eingeschoben wird, füllt die Löcher ganz aus. Ein Kloben am Ende des Stabes dient als Anlage, gegen welche die Platten mittels einer am Handhabenende befindlichen Gewindemutter gepresst werden. Auf das überstehende Stück des Gewindebolzens wird das Feilenheft geschraubt. (Vgl. auch diese Zeitschr. 1885, S. 109 u. 372.)

Das Schärfen der stumpf gewordenen Feile erfolgt auf einem gewöhnlichen Schleifstein unter Zuhilfenahme einer einfachen gusseisernen Spannvorrichtung. Zu dem Ende werden Heft und Mutter gelöst, die beigelegte flache Lamelle entfernt und dadurch der erforderliche Spielraum geschaffen, um den aufgereihten Platten eine gegen die Stabaxe geneigte Stellung zu geben. In dieser Lage werden dieselben mittels einiger Schrauben in dem Spannkasten befestigt und die nunmehr eine grosse Fläche bildenden schmalen Flächen der Platten gemeinsam abgeschliffen, worauf durch Lösen der Spannschrauben, Einschieben der Lamelle und Anziehen von Mutter und Heft die Feile leicht wieder wie neu hergestellt wird.

Die Construction der Feile erschien dem Ref. interessant und mittheilenswerth. Ausführbar dürfte sie nur in grösseren Dimensionen als Ersatz der Maschinenfeilen sein. Ueber die praktische Brauchbarkeit und den ökonomischen Nutzen der Feile liegen Mittheilungen nicht vor. Dieselben werden wesentlich davon abhängen, ob die gehärteten Platten zum Auswechseln gegen verbrauchte für mässige Preise geliefert werden. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Lange jetzt Otto Lange in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VII. Jahrgang. **September 1887.** Neuntes Heft.

Neuere Sphärometer zur Messung der Krümmung von Linsenflächen.

Von

Dr. **S. Czapski** in Jena.

In einem Aufsatze: „Das Ringsphaerometer, ein Instrument zur Messung der Krümmungsradien von Linsen jeder beliebigen Grösse“ *(Amer. Journ. of Science III, 32 S. 61)* discntirt A. M. Mayer zunächst die Mängel, welche den bislang meist angewandten Instrumenten dieser Gattung anhaften. Das gemeinsame Princip derselben, ebenso wie der nachfolgend beschriebenen, beruht darauf, den Krümmungsradius R einer Kugelfläche zu bestimmen aus der gemessenen Höhe h einer Kugelhaube von gegebener Basis (Kreis mit dem Radius r), also gemäss der Formel $R = \frac{r^2 + h^2}{2h}$ (Vergl. Fig. 3). Diese Basis ist bei den meisten Instrumenten bestimmt durch die Spitzen der drei Füsse, mit denen das Sphärometer auf der zu messenden Linsenfläche ruht und in deren Mitte sich die Vorrichtung zum Messen der „Pfeilhöhe“, h befindet. Mayer zieht bei seiner Kritik speciell noch die weitere Einrichtung in Betracht, dass die Basis für Linsen verschiedener Grösse angepasst werden könne, dadurch, dass die drei Füsse gegen das Centrum des Instrumentes bezw. von ihm weg beweglich sind — eine Einrichtung, deren Mängel auf der Hand liegen.

Das Princip der drei Spitzen hat die theoretische Erwägung für sich, dass streng genommen ein Kreis schon durch drei Punkte vollständig bestimmt ist und dass daher auch nur ein Dreifuss auf der Kugelfläche nothwendig mit allen Spitzen d. h. völlig unzweideutig aufliegen könne. In der Praxis gestaltet sich aber die Sachlage wesentlich anders: Einerseits kann ohne grosse Schwierigkeit auch eine volle kreisförmige Schneide oder Theile derselben so genau eben und kreisförmig gearbeitet werden, dass ihre Abweichungen von der idealen Form praktisch ganz verschwinden, andrerseits lässt sich der Durchmesser eines solchen aus vier Spitzen, Schneiden oder einer vollen cylindrischen Schneide gebildeten Kreises sehr viel genauer messen als der des durch drei Spitzen definirten. Ferner wird das Instrument durch Verbreiterung der Auflage erheblich solider, nutzt sich weniger ab, ist der Linsenfläche in geringerem Grade gefährlich und die Auflage selbst ist praktisch nicht weniger unzweideutig als bei jener Einrichtung. Es ist daher sowohl von Mayer wie von Bamberg in Berlin der Auflage auf einer ringförmigen, stählernen Schneide bezw. Segmenten einer solchen (gemeinsam auf der Drehbank in ihrer definitiven Stellung abgeschliffen) der Vorzug gegeben worden. Beide Constructeure stimmen auch darin überein, dass sie die Anpassung für Linsen verschiedener Grösse nicht durch irgend welche Beweglichkeit der Theile, sondern durch Einsetzen anderer Ringe, von entsprechendem Durchmesser, erreichen. Im Uebrigen und Speciellen weichen ihre Constructionen indess erheblich von einander ab.

Mayer bespricht mehrere Einrichtungen, die verschiedenen Bedürfnissen der Genauigkeit genügen; eine schon sehr vollkommene und vornehmlich für kleine Linsen (5 bis 40 mm Durchmesser) bestimmte ist in Fig. 1 dargestellt und aus der Zeichnung hinsichtlich ihrer Construction ohne Weiteres verständlich.

Der obere, die Messschraube enthaltende Theil des Instrumentes ruht zwar mit den drei Spitzen *A*, *A* auf der genau eben geschliffenen Fläche des Tischchens *B* und dieses wieder mit drei Füssen *C*, *C* auf dem Arbeitstisch, die Linse *L* jedoch wird durch eine Feder *F* sanft gegen den auf der Unterfläche vorstehenden, eine kreisförmige Schneide bildenden Rand der in *BB* eingeschraubten Stahlscheibe *H* angedrückt. Der Unterschied der Schraubenablesung, wenn einmal die Linse, das andere Mal eine Planfläche gegen den Rand von *H* anliegt, giebt die Pfeilhöhe, bezogen auf den freien Durchmesser des vorstehenden Ringes von *H*.

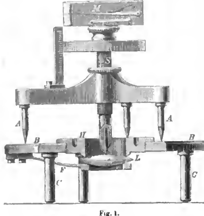


Fig. 1.

Für eine exacte Messung kommt es zunächst darauf an, dass die Schraube *S* stets mit gleichem Drucke gegen die Planfläche und die zu messende Fläche anliege. Zu diesem Behufe ist die Schraubenspindel *S* durchbohrt, in ihr gleitet ein Stift, der seinerseits mit einer Fühlhebelvorrichtung *M* verbunden ist. Diese ruht mit der den Gradbogen tragenden Grundplatte auf der oberen, eben abgeschliffenen Fläche des Kopfes der Messschraube, während das Hebelsystem sich auf die vorstehende Spitze des in der Durchbohrung des letzteren gleitenden Stiftes stützt. Bei jeder Messung muss der Zeiger auf gleiche Einstellung gebracht werden, ehe man an der Trommel der Schraube abliest. Ohne eine derartige Einrichtung bleiben Sphärometermessungen mit Schrauben stets mit einer für feinere Messungen erheblichen Unsicherheit behaftet.

Zweitens muss die Axe der Schraube genau mit der des Ringes *H* zusammenfallen. Dass die Spitze auf der Mitte des innerhalb *H* fallenden Theiles der Linsenfläche aufliege, erreicht man mittels des Fühlhebels *M*, indem man durch Verschieben des oberen Dreifusses längs *BB* diejenige Stellung aufsucht, bei welcher der grösste bezw. kleinste Ausschlag des Hebels erfolgt. Ob aber die Bewegung der Schraubenspitze in der Axe des Ringes *H* erfolgt, ist auf diese Weise nicht zu ermitteln. Indessen kann die etwaige Abweichung hiervon durch exacte Ausführung des Apparates in sehr engen Grenzen gehalten werden und ist an sich wenig schädlich.

Damit endlich drittens die vorgenannte Operation nicht selbst einen Fehler zur Folge habe, muss die obere Fläche von *BB* genau parallel zur Ebene des Stahlringes sein. Auch dies kann direct am Apparat controlirt werden. Wird eine genaue Planfläche gegen den Rand von *H* gedrückt, so darf eine Verschiebung des Sphärometers längs *BB* keine Aenderung des Ausschlages an *M* zur Folge haben. Andrenfalles ist die geforderte Parallelität nicht vorhanden und muss durch Unterlage feiner Folie unter den Flantsch von *H* hergestellt werden. Ist die Parallelität aber erreicht, so lässt sich auch die vorher genannte zweite Forderung controliren und erreichen, dass die Bewegung der Schraubenspitze genau senkrecht zur Contactebene des Ringes

H erfolge. Man hat nämlich nur die Länge der Füsse *A A* so abzugleichen, dass die Dickenmessung eines in die Höhlung von *H* auf eine Planfläche eingelegten oder auf die obere Fläche von *H* bezw. *B B* aufgelegten vollkommenen Planparallelplättchens das geringste Resultat giebt.

Die Regulirung des Instrumentes nach diesen Forderungen ist wesentlich Sache des ausführenden Mechanikers. Um die Centrirung der Schraubenspitze unmittelbar zu erreichen, liess Mayer bei einem im Uebrigen der Figur ganz entsprechenden Exemplare die drei Füsse *C* durch die Platte *B* hindurchreichen und brachte auf der einen der vorstehenden kreisförmigen Kopfflächen einen Körnerpunkt, auf den beiden anderen radial gerichtete V-förmige Rinnen an, in welche die drei Spitzen *A A* eingesetzt werden. Er macht aber selbst aufmerksam, dass sich dies nicht empfiehlt, weil dadurch die Realisirung der dritten Forderung, Parallelität der Ebene des Ringes *H* mit der durch die drei Spitzen *A A* gelegten, sehr erschwert und ihre Controle ganz unmöglich gemacht wird.

Für Sphärometer, deren Mikrometerschraube nicht mit Fühlhebelvorrichtung versehen ist, empfiehlt Mayer ein akustisches Verfahren. Das ganze Instrument wird auf einen Resonanzkasten gesetzt; steht nun die Schraube auch nur ein Minimum tiefer als sie sollte, so lässt sich durch geeignetes leichtes Hin- und Herkippen des Apparates ein rasselndes Geräusch auch dann noch hervorbringen, wenn das Tastgefühl der Fingerspitzen längst versagt. Die Genauigkeit dieser „Rasselprobe“ wird auf $^1/_{2000}$ mm, die des Fühlhebels auf $^1/_{10000}$ mm geschätzt.

Mayer beschreibt dann noch einige andere Formen von Sphärometern, die zum Theil nur geringeren Ansprüchen genügen sollen, theils solche, in denen statt der Mikrometerschraube ein anderes Messungsmittel (z. B. Einstellung in den Focus eines Mikroskopobjectivs) angewandt wird. Da dieselben keine allgemeine Bedeutung besitzen dürften, wollen wir betreffs ihrer auf das Original verweisen und nur noch eine derselben, in Fig. 2 dargestellt, erwähnen. Die Figur bedarf kaum einer weiteren Erläuterung. Der in einer cylindrischen Hülse gleitende Stift *s* bewegt den durch eine Feder gegen ihn mässig angedrückten Spiegel *S* um seine Drehungsaxe. Das von dem Spiegel entworfene Bild einer vor demselben aufgestellten Scale wird nach der Gauss-Poggendorf'schen Methode mit Fernrohr beobachtet.

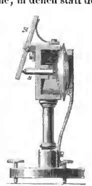


Fig. 2.

Diese Anordnung besitzt einige Aehnlichkeit mit der von Bamberg getroffenen. Doch zeichnet sich letztere durch grössere Compendiosität aus und durch die einfachere Deutung der Ablesung, deren Werth bei der obigen Einrichtung offenbar erst durch Rechnung oder mittels einer empirisch gewonnenen Reductionstabelle ermittelt werden muss. Die Bamberg'sche Einrichtung ist ferner in ihrer gegenwärtigen Form vornehmlich auf die Messung grösserer Linsen von 50 mm aufwärts berechnet.

An der Unterfläche der den starken Metallrahmen *BB* (Fig. 3) tragenden kreisförmigen Scheibe *A* aus Messing können Sphärometerringe von verschiedenem Durchmesser mit Hilfe der Schrauben *s*, *s* befestigt werden. Vollkommene Centrirung der Ringe wird durch ringförmige Vorsprünge von rechteckigem Querschnitt, die auf der Unterfläche von *A* auf der Drehbank hergestellt sind, gesichert. Der Sphärometerring ist entweder, wie bei Mayer, ein voller, oder, er enthält, wie in der Figur dargestellt, vier gehärtete Stahlschneiden *S*, *S*, die selbst Theile eines Kreisringes

und zusammen an der Drehbank abgeschliffen sind. In dem Messingrahmen *BB* sind bei *J* und *L* stählerne Führungsringe für das stählerne genau cylindrische Einschlussrohr *U* eines Mikrometermikroskopes *M* eingesetzt. *U* endigt unten in einen stählernen Cylinder *D*; dieser in eine kleine Kugel.

Unter dem Objectiv des Mikroskopes ist das Reflexionsprisma *P* angeschraubt; vor demselben ist in *U* eine Oeffnung, so dass durch diese hindurch im Mikroskop das Bild einer in 0,2 mm getheilten Scale *Q* gesehen wird, die von dem an *U* befestigten kleinen Spiegel *C* belichtet wird. Die Scale *Q* ist am Rahmen *BB* mit vier Stiftschrauben befestigt und durch die Muttern *tt* so regulirbar, dass sie genau in den Focus des Mikroskopes eingestellt werden kann. Bewegt sich also das Mikroskop in verticaler Richtung in seiner Führung, so erscheinen successive verschiedene Stellen der Scale im Sehfeld des Mikrometers und es kann mittels des letzteren der Betrag der Verschiebung gemessen werden. Die Trommel giebt direct Tausendtelmillimeter an und lässt den zehnten Theil dieses Betrages noch sicher schätzen. An der Rückseite des Umschlussrohres *U* ist eine Traverse *T* angeschraubt, die den Rahmen *B* mit dem einen Ende unmittelbar, mit dem anderen Ende dagegen durch eine weiche Blattfeder berührt. Dieselbe hat den Zweck, einmal die Führung des Rohres in den Ringen *L* und *J* noch weiter zu sichern, ferner Drehungen desselben um die Längsaxe zu verhindern und endlich ein gänzliches Herausgleiten des Rohres aus dem Rahmen unmöglich zu machen. Die am Rahmen angeschraubten Handhaben *H*, *H* aus Holz dienen zum Anfassen des Instrumentes.

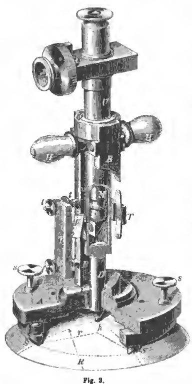


Fig. 3.

Beim Gebrauch setzt man dasselbe auf die zu bestimmende Kugelfläche sanft auf, wobei dünne Linsen durch einen mit dem Sphärometerringe gleich grossen Gegenring von unten gestützt und so gegen Verbiegen gesichert werden. Das Mikroskop sammt Stift und Mikrometervorrichtung gleitet herab, bis die Kugel die Linsenfläche berührt, und man liest nun die Stellung der Fäden gegen das Scalenbild im Mikrometer ab.

Ist nun ein für alle mal bekannt, oder wird besonders gemessen, welche Ablesung man bei der Auflage auf eine gute Planfläche erhält, so giebt die Differenz dieser beiden Messungen unmittelbar die Pfeilhöhe *h* der Krümmung, bezogen auf den angewandten Sphärometerring, und damit den Radius *R* der Linsenfläche selbst, gemäss der Formel $R = \frac{h^2 + r^2}{2h}$, wo *r* der Radius des Ringes ist.

Erheblich genauer wird die Bestimmung, wenn man die Pfeilhöhe der Kugelfläche gegen die Planfläche nicht als Differenz der Ablesungen beim Aufsetzen des

Apparates auf Kugel- und Planfläche bestimmt, sondern als die halbe Differenz der Ablesungen an der zu bestimmenden Kugelfläche und einer genau gleich und entgegengesetzt gekrümmten, wie man dieselbe bei der Herstellung von Linsen stets in Gestalt der Schleifschale oder des Probeglases zur Hand hat.

Durch ein solches Verfahren wird der unvermeidliche Fehler eliminirt, dass ein Ring, der nicht völlig haarscharf ist, auf einer concaven Kugelfläche stets mit einem grösseren, auf einer convexen Fläche mit einem kleineren Durchmesser aufliegt, als am Comparator für den betreffenden Ring gemessen ist. Im Mittel der Ablesungen an einer convexen und einer gleich gekrümmten concaven Fläche heben sich die einzeln begangenen Fehler offenbar gegen einander auf. Da der genannte Fehler, zumal bei einigermaassen stark gekrümmten Flächen, relativ erheblich werden kann, so ist das angegebene Verfahren überall da, wo es anwendbar ist, dringend zu empfehlen.

Hat man aber eine mit der zu messenden Kugelfläche genau gleich und entgegengesetzt gekrümmte nicht zur Verfügung, so kann man sich auf folgende Weise helfen. Man bestimmt die Krümmung einer mit der vorliegenden nahezu gleichen und im gleichen Sinne gekrümmten Kugelfläche zuerst in der angegebenen Weise, d. h. unter Zuhilfenahme ihrer Schleifschale oder ihres Probeglases; alsdann nimmt man noch die Ablesung gegen die Planfläche hinzu und berechnet mit der Pfeilhöhe, die sich aus der Differenz gegen letztere ergieht, und mit dem vorhin gefundenen richtigen Werthe des Kugelradius den Durchmesser des Sphärometerringes, wie er beim Aufsetzen auf Kugelflächen dieses Krümmungsgrades in Geltung tritt. Mit diesem Werthe endlich berechnet man dann die Krümmung der zu messenden Fläche, deren Pfeilhöhe ebenfalls aus der Differenz der Ablesungen gegen die Planfläche entnommen ist.

Die letzten Bemerkungen haben ebenso wie für das Bamberg'sche auch für das Mayer'sche und jedes andere Ring- und Spitzensphärometer Geltung. Im Uebrigen aber fällt bei dem Bamberg'schen jede weitere Correction hinweg. Die eigene Schwere des Mikroskopapparates, nur vermindert durch die möglichst sanft gehaltene Reibung an den Führungsstellen, vertritt hier die mehr oder minder complicirten, zeitraubenden und schliesslich noch unsicheren Corrections-Vorrichtungen, Manipulationen und Ablesungen Anderer. Der Beobachter hat sich um nichts als die genaue Einstellung der Mikrometerfäden zu kümmern, die nach bekannten Principien jedem Metronomen geläufig ist.

Mittheilungen über Vorlesungsapparate.

Von

Prof. Dr. C. Bohn in Aschaffenburg.

1. Commutatorapparat zum Nachweise der galvanischen Polarisation.

Bei dem grossen Umfange und dem stetigen Wachsen des physikalischen Lehrstoffes, der in begrenzter Zeit vorgetragen werden soll, erlangen Vorrichtungen zur schnellen, bequemen und deutlichen Vorführung der wichtigeren Erscheinungen immer mehr Bedeutung. Aus diesem Gesichtspunkte wird man die Rechtfertigung für die nachfolgende Mittheilung in dieser Zeitschrift finden können.

Auf genügend isolirender Unterlage (polirtes Holz) sind zwei breitere und zwei schmalere Leisten aus 2 mm dickem Messing JJ' bezw. AA' befestigt (Fig. 1),

die in Federn ausgehen, welche sich senkrecht über das wagerechte Brett erheben und deren eine in der Nebenfigur abgebildet ist. Diese vier Federn sind auf dem Umfange eines Kreises angeordnet und zwar sind die Mitten von 1 und 2 und ebenso jene von 3 und 4 um je $1/8$ Umfang, hingegen die von 2 und 3 um $1/4$ Umfang von einander entfernt. Aus dem Mittelpunkte des genannten Kreises erhebt sich eine Axe mit einer Metallscheibe, die auf etwas über $1/8$, aber weniger als $1/4$ Umfang einen Vorsprung hat, so dass, wenn die Scheibe gedreht wird, die Federn von dem Vorsprunge gestreift und zurückgedrückt werden. Es kann also Feder 1 mit 2 oder andrerseits Feder 3 mit 4 durch den Vorsprung leitend verbunden werden, nicht aber Feder 2 und 3.

Die Metallleisten sind mittels kleiner Schrauben, deren Köpfe versenkt sind, auf dem Brette befestigt, ausserdem aber noch mit stärkeren Schrauben mit hervorstehenden, breiten, an der Unterseite gut metallischen Köpfen versehen, unter welche man, nachdem sie ein wenig gelöst sind, Leitungsdrähte schieben und diese dann gegen die blanken Metallleisten andrücken kann, wodurch eine sicher leitende Verbindung bequem gewonnen wird. Die breiteren, inneren zwei Leisten JJ' haben je zwei solche zum Anklemmen von Leitungsdrähten geeignete Schrauben, die schmäleren, äusseren nur je eine. Man befestigt den einen Poldraht der Batterie B an der linken schmalen Leiste A und den andern an der rechten breiten Leiste J'; die zwei Leitungsdrähte vom Voltameter V an den breiten Leisten; den einen Zuleitungsdraht des Galvanometers G an der rechten schmalen Leiste A', den andern an der linken breiten, J. Die zwei breiten Leisten können durch einen Stöpsel ohne Widerstand verbunden werden; dadurch wird kürzester Schluss zwischen den beiden Platten des Voltameters, (Platinbleche) hergestellt. Hat ein Potentialunterschied bestanden, so wird dieser bei dem kurzen Schlusse in nicht langer Zeit durch Wirkung der Polarisation verschwinden; hierauf wird der Stöpsel zwischen den Mittelleisten herausgenommen.

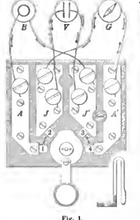


Fig. 1.

Dreht man nun die Scheibe mittels der Kurbel oder eines Griffes, so dass die Federn 3 und 4 berührt sind, so geht eine leitende Verbindung (durch gefiederte Pfeile angedeutet) von der einen Voltameterplatte durch das Galvanometer zur andern Elektrode und durch den Elektrolyten wieder zur ersten, während die Batterie ganz ausgeschaltet und offen ist. Man wird keinen Ausschlag am Galvanometer bemerken. Schiebt man nun den Vorsprung der Scheibe nach links, so dass die Federn 1 und 2 berührt werden, so geht Strom (wenn der innere Ring den positiven Pol der Kette darstellt) im Sinne der ungefiederten Pfeile über A, Feder 1 durch die Scheibe nach Feder 2, durch J zur linken Voltameterplatte, durch den Elektrolyten zur rechten Elektrode, von da über J' zum negativen Pol der Batterie; das Galvanometer aber ist ausgeschaltet. Der Strom zersetzt die Flüssigkeit im Voltameter, die Platten werden polarisirt. Dreht man dann die Scheibe nach rechts zurück zur Verbindung der Federn 3 und 4, so erhält man einen Ausschlag am Galvanometer, herrührend vom Polarisationsstrome. Dieser hat den entgegengesetzten Verlauf wie der Batteriestrom, welcher die Platten polarisirte, also von der rechten Voltameterplatte

durch die Flüssigkeit zur linken Elektrode, von da über J (gefiederter Pfeil) nach der linken Seite des Galvanometers, durch dieses hindurch über A' und Feder 4, durch die Scheibe nach Feder 3, Leiste J' und zur rechten Voltameterplatte zurück; die Batterie ist ausgeschaltet. Man kann die Bewegung der Scheibe aus der gezeichneten Mittellage nach links und dann über die Mittellage (wobei die Elektroden nicht verbunden werden) nach rechts, so schnell als nur ausführbar drehen; wenn im Voltameter angesäuertes Wasser oder, noch besser, eine Jodkaliumlösung ist, so wird selbst bei einem gewöhnlichen, nicht sehr empfindlichen Tischgalvanometer der Ausschlag sehr deutlich sein; die denkbar kürzeste Dauer des Stromes durch das Voltameter genügt, um eine nachweisbare Polarisation hervorzubringen.

Es bleibt dann noch zu zeigen, dass der Polarisationsstrom dem Hauptstrome (von der Batterie) entgegengesetzt gerichtet ist. Zu diesem Zwecke wird die Scheibe nach links zur Verbindung der Federn 1 und 2 gestellt, und ein Stöpsel zwischen J' und A' gesteckt. Man sieht leicht, dass der Strom sich dann verzweigt, theilweise durch das Galvanometer, theilweise aber auch durch das Voltameter geht. Will man letzteres hindern, so löst man zuvor einen der Drähte des Voltameters. Die ungefiederten Pfeile geben die Stromrichtung an; der Strom tritt wieder links in das Galvanometer, rechts heraus; der Ausschlag erfolgt also in demselben Sinne, wie ihn der Polarisationsstrom hervorbringt. Das ist nicht gerade erwünscht, man muss an einer schematischen Figur nachweisen, dass der Polarisationsstrom doch die entgegengesetzte Richtung hat wie der Hauptstrom.

Dass dem so ist, lässt sich ja leicht einsehen; immerhin ist es erwünschter, durch Batteriestrom und Polarisationsstrom entgegengesetzte Ausschläge am Galvanometer zu erhalten; das wird durch die nachfolgend beschriebene Einrichtungen, die etwas weniger einfach, aber immerhin nicht verwickelt sind, ermöglicht. Zuvor werde bemerkt, dass der Batteriestrom meist zu stark sein wird für das Galvanometer, welches den Polarisationsstrom nachweisen soll. Man muss daher entweder eine Seitenschliessung um das Galvanometer legen, was man durch Stöpselung der Mittelleisten erreichen kann oder bequemer einen Widerstandsstöpsel von einigen Hundert Ohm, wie sie die Anstalt von Siemens & Halske in Berlin so hübsch liefert, zwischen J' und A' stecken.

Ferner sei mir noch gestattet zu erwähnen, dass die Uebersichtlichkeit in den Leitungen bedeutend gefördert wird, wenn man verschiedenfarbig übersponnene Drähte benutzt; ich habe mir zur Gewohnheit gemacht, die Galvanometer-Zuleitungen immer grün, die Batteriedrähte blau und die Drähte des Voltameters roth (gelegentlich zu anderen Apparaten auch gelbe oder nackte) zu wählen.

Die einfachste Anordnung, um durch den Polarisationsstrom das Galvanometer entgegengesetzt wie durch den polarisirenden Haupt- (Batterie-) Strom ausschlagen zu machen, dürfte etwa folgende sein (Fig. 2 a. f. S.).

Man ordnet sechs Federn, wie eine in der Nebenfigur zu Fig. 1 dargestellt, gleichabständig am Umfange eines Kreises, führt nach 6 und 1 die Drähte der Batterie, nach 2 und 3 die des Galvanometers, nach 4 und 5 die des Voltameters. Auf der durch den Mittelpunkt des Kreises gehenden Axe sitzt eine Kreisscheibe aus nicht leitendem Stoffe (Holz oder Hartgummi), die am Rande etwas über $^1/_6$ Umfang eine leitende Leiste hat und ausserdem einen leitenden Durchmesser von etwa 4 bis 5 mm Breite, parallel zur Sehne des leitenden Kreisbogens.

Giebt man der Scheibe die Stellung I, so sind die Voltameterplatten kurz verbunden, während Galvanometer und Batterie nicht geschlossen sind, und nach

einiger Zeit wird aller Potentialunterschied der beiden Platten verschwinden. Dreht man die Scheibe um 60° uhrzeigerwidrig in die Stellung *II*, so legt sich der leitende Randtheil an die Federn 4 und 3, der leitende Durchmesser an 2 und 5; das Voltameter ist mit dem Galvanometer verbunden, die Batterie offen, kein Ausschlag darf stattfinden. (Die Pfeile in der Figur haben zunächst keine Bedeutung). Man drehe nun uhrzeigergemäss um $^2/_6$ Umdrehungen, so wird vorübergehend die Stellung *I* angenommen, was ja gleichgiltig ist, und endlich die Stellung *III*, in welcher der leitende Randtheil die Federn 5 und 6, der leitende Durchmesser aber die Federn 1 und 4 verbindet. Die Platten des Voltameters werden geladen, der Strom geht, wenn der innere Kreis der Darstellung der Batterie wieder der positive Pol sein soll, über Feder 1 durch den Durchmesser nach Feder 4, von da zur oberen Platte (der Zeichnung) des Voltameters, durch dessen Flüssigkeit nach der unten gezeichneten Elektrode, von da zur Feder 5, durch das leitende Rand-

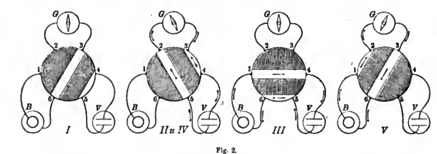


Fig. 2.

stück nach Feder 6 und von da zum zweiten Pole der Batterie (ungefiederte Pfeile). Das Galvanometer ist offen. Um den Polarisationsstrom zu zeigen, hat man die Stellung *IV* (gleich *II*) hervorzubringen. Dies wird durch $^2/_6$ Umdrehung uhrzeigerwidrig zu erfolgen haben. Man gelangt dann allerdings vorübergehend in die Stellung *I*, wobei beide Voltameterplatten kurz geschlossen sind, und der Polarisationszustand geschwächt wird. Da diese Stellung aber nur ganz kurze Zeit andauert, bleibt, wie die Erfahrung lehrt, der Polarisationsstrom noch kräftig genug, um den Ausschlag am Galvanometer ganz deutlich zu bewirken. Da der Hauptstrom, wie oben angegeben, zur oberen Voltameterplatte eintrat, ist der Polarisationsstrom entgegengesetzt, nämlich von der unteren Elektrode durch den Elektrolyten zur oberen Elektrode, von da (gefiederte Pfeile) nach Feder 4 gerichtet, geht durch das leitende Randstück nach Feder 3, von da tritt er rechts in das Galvanometer, tritt links aus, geht nach Feder 2, längs des Durchmessers nach Feder 5 und von da zur unteren Elektrode zurück.

Man könnte aus Stellung *III* auch durch uhrzeigergemässe $^1/_6$ Drehung nach Stellung *IV* übergehen, allein das ist nicht zu empfehlen, weil nach $^2/_6$ uhrzeigergemässer Drehung man die gleich zu besprechende Stellung *V* erreicht, bei welcher der starke Hauptstrom durch das Galvanometer gesendet wird und dieses ausschlagen macht und zwar sehr stark, entgegengesetzt wie es schliesslich der Polarisationsstrom thut; ist man bei raschem Drehen im uhrzeigergemässen Sinne in Stellung *IV* gekommen, so wird das Galvanometer noch nicht zur Ruhe gekommen sein, der Versuch wird ganz undeutlich.

Um den Hauptstrom und seine Richtung nachzuweisen, muss man die Scheibe

in die Stellung *V* drehen, uhrzeigerwidrig um $^2/_6$ aus *IV*. Das wird man langsam ausführen, das Galvanometer ist dann kurze Zeit in sich geschlossen, aber ausser Verbindung mit Batterie oder Voltameter, also nur in einer zur Beruhigung fördernden Art. Bei der Stellung *V* tritt der Batteriestrom bei Feder 1 ein, geht am leitenden Randstücke entlang nach Feder 2, von da nach der linken Seite des Galvanometers, tritt rechts aus demselben (ungefiederte Pfeile), geht nach Feder 3, über den leitenden Durchmesser nach Feder 6 und von da zur Batterie zurück. Das Voltameter ist ausgeschaltet. Man sieht, der Ausschlag am Galvanometer ist jetzt entgegengesetzt wie bei Stellung *IV*, als nur der Polarisationsstrom durch das Galvanometer geführt wurde. Um nicht einen für das Galvanometer zu starken Strom in Stellung *V* durch dieses zu senden, muss entweder eine Seitenschliessung um dieses gelegt werden, oder einfacher: Der nach Feder 2 oder 3 führende Draht ist unterbrochen und die Theile an zwei Leisten geführt, die man durch einen Stöpsel von genügendem Widerstand verbinden kann, während für den Polarisationsstrom ein widerstandloser Stöpsel eingesetzt wird.

An der beschriebenen Einrichtung ist auszusetzen, dass vor Nachweis des Polarisationsstromes dieser geschwächt wird, weil einen Augenblick die Elektroden kurz, ohne Galvanometer, leitend verbunden sind. Wie schon bemerkt, hat dieser Tadel keinen praktischen, sondern nur theoretische Bedeutung. Es lässt sich aber auch eine Anordnung treffen, ihn zu vermeiden. Diese ist kaum weniger einfach als die eben beschriebene und ihr Gebrauch ebenso bequem, nur die Beschreibung und Besprechung ist etwas umständlicher.

Man benutzt wieder sechs Federn (Fig. 3 a. f. S.) und schliesst, wie vorher, die Batteriedrähte an 6 und 1, die Galvanometerdrähte an 2 und 3, die des Voltameters an 4 und 5. Die Federn sind wieder auf den Umfang eines Kreises gestellt, aber nicht gleichabständig, sondern die Mitten von 1 und 2 sind um 45°, die von 2 und 3 ebenfalls um 45°, die von 3 und 4 aber um 60°, jene von 4 und 5 um 75° und die von 5 und 6 um 45° von einander entfernt, so dass also zwischen 6 und 1 ein Zwischenraum von 90° verbleibt. Denkt man sich den Kreis getheilt, den Anfangspunkt der Theilung in der Mitte der Feder 1, so liegen also die Mitten der Federn

	1	2	3	4	5	6
bei	0°	45°	90°	150°	225°	270°.

Auf einer im Mittelpunkte des Kreises senkrecht sich erhebenden Axe sitzt wieder eine Scheibe aus isolirendem Material, auf welcher sich ein etwas breiter Durchmesserstreifen und zwei ihm parallele unter sich gleiche Randstreifen aus Metall befinden. Die Breite des Durchmesserstreifens ist so gross, dass seine kreisbogenförmigen Begrenzungslinien etwas mehr als 45, etwa 50° umfassen; die Länge der Randstreifen beträgt mehr als 75, aber weniger als 90, zweckmässig also etwa 80°. Demnach bleibt für die Länge jedes der vier nichtleitenden Bogenstücke der Scheibe $90 - {}^{50}/_2 - {}^{80}/_2 = 25°$.

In Stellung *I* sind zunächst zur Ausgleichung etwaiger Potentialunterschiede die beiden Voltameterplatten kürzest durch einen der Randstreifen verbunden. Der Abstand der Mitten der beiden Federn 4 und 5 von einander beträgt 75°, der Randstreifen ist also bei einer Länge von 80° hierzu ausreichend. Gleichzeitig ist bei Stellung *I* auch die Batterie durch das Galvanometer geschlossen, aber ausser Verbindung mit den Voltameterplatten. Da die beiden Federn 2 und 5 einander diametral gegenüberliegen, so werden auch 1 und 2 durch den zweiten Randstreifen



leitend verbunden, ebenso, wie unmittelbar einzusehen, die einander diametral gegenüberliegenden Federn 3 und 6 durch den Durchmesserstreifen. Steht nämlich der Punkt, durch welchen in der Figur die Mitte des die Federn 4 und 5 verbindenden Randstreifens bezeichnet ist, symmetrisch zu letzteren, so liegt er von 1 aus gezählt bei 187°,5, also der die Mitte des Durchmesserstreifens bezeichnende kurze Strich bei 97°,5, d. h. um 7°,5 von 3 entfernt, während die ganze Breite des Durchmesserstreifens 50° beträgt. Der Strom geht dann in der Richtung der ungefiederten Pfeile vom positiven Pole der Batterie durch Feder 1 in den Randstreifen, tritt durch Feder 2 **links** in das Galvanometer, **rechts** aus demselben heraus nach Feder 3, geht durch den Durchmesserstreifen nach Feder 6 und zum zweiten Pole der Batterie zurück.

Da der Batteriestrom für das Galvanometer zu stark wäre, ist der Draht von Feder 2 zum Galvanometer durchschnitten und die Enden sind zu zwei Blöcken geführt, die man durch einen passenden Widerstandstöpsel verbinden wird; zieht man ihn heraus, so ist für die übrige Dauer der Zeit, während welcher Stellung *I* beibehalten wird (zur gänzlichen Ausgleichung des Potentialunterschiedes der Voltameterplatten), die Batterie offen.

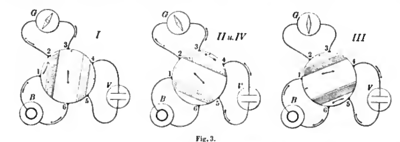


Fig. 3.

Um darzuthun, dass zwischen den Voltameterplatten zunächst **kein** Strom geht, bringt man den Strich auf dem Durchmesserstreifen durch eine uhrzeigerwidrige Drehung in die Mitte zwischen Feder 1 und 2 (Stellung *II*). Er befindet sich dann also bei 22°,5 und es ist somit eine Drehung um 75° gegen Stellung *I* erforderlich gewesen. Da der Durchmesserstreifen breiter als 45° ist, so reicht er beiderseits über 1 und 2 hinweg und verbindet demzufolge auch 2 mit der ihr diametral gegenüberliegenden Feder 5. Der Punkt auf dem nun nach oben gekommenen Randstreifen steht bei 112°,5, folglich die Enden des 80° langen Randstreifens bei 72°,5 und 152°,5, die Federn 3 und 4 liegen bei 90° und 150°, werden also ebenfalls untereinander verbunden. Die Leitung geht von der oberen Voltameterplatte in der Richtung der gefiederten Pfeile, die jedoch vorläufig noch keine Bedeutung haben, über Feder 4 durch den Randstreifen nach Feder 3, tritt **rechts** in das Galvanometer ein, **links** aus und geht durch Feder 2, Durchmesserstreifen nach Feder 5 zur unteren Voltameterplatte zurück. Es darf **kein** Ausschlag stattfinden, wenn man die bisherige Unterbrechung in dem nach Feder 2 führenden Galvanometerdraht durch einen widerstandlosen Stöpsel aufhebt[1]).

[1]) Es ist ganz zweckmässig, die Drehung um 75° in uhrzeigerwidrigem Sinne nicht mit einem Male auszuführen, sondern zunächst um nur 30° zu drehen und einen Augenblick zu warten, ehe man durch den Rest von 45° in Stellung *II* übergeht. In der Zwischenlage kommt der Strich des Durchmesserstreifens nach 67°,5, also in die Mitte zwischen 2 und 3. Demnach wird das Galvanometer durch den Durchmesserstreifen kurz geschlossen und also rasch beruhigt, wenn man schon

Man erkennt ferner leicht, dass die Batterie offen ist, weil der negative Poldraht zwar durch Feder 6 mit dem unteren Randstreifen in Verbindung steht, dieser aber ganz für sich isolirt bleibt. Noch ist zu bemerken, dass bei der Drehung aus Stellung *I* in Stellung *II* der untere Randstreifen über Feder 1 und 6 hinwegstreicht. Wäre er lang genug, um beide Federn gleichzeitig berühren zu können, so würde die Batterie dabei in sich geschlossen werden; dies wird dadurch vermieden, dass der Streifen nur 80° umfasst, während der Abstand von 3 und 6 gleich 90° ist.

Um die Voltameterplatten zu laden, führt man durch weitere uhrzeigerwidrige Drehung die Stellung *III*, in welcher der Punkt auf dem oberen Randstreifen in die Mitte zwischen 2 und 3 fällt, herbei. Dieser Punkt lag in Stellung *II* bei 112°,5, kommt jetzt auf 67°,5 zu stehen, der erforderliche Drehungswinkel beträgt somit 45°. Das Galvanometer ist in sich kurz geschlossen, beruhigt sich daher schnell, die 2 und 3 diametral gegenüberliegenden Federn 5 und 6 sind durch den zweiten Randstreifen verbunden, ebenso 1 und 4 durch den Durchmesserstreifen. Der Stromweg geht nun über 1, Durchmesser, 4, zur oberen Voltameterplatte (ungefiederte Pfeile) durch den Elektrolyten zur unteren Platte, über 5, unteren Randstreifen, 6 zur Batterie zurück; die Voltameterplatten werden polarisirt.

Hat diese Stellung *III* nur einen Augenblick angedauert und dreht man dann in Stellung *IV* (gleich *II*) um 45° im Uhrzeigersinne zurück, so macht sich der im Sinne der gefiederten Pfeile laufende Polarisationsstrom seiner Richtung nach durch einen Ausschlag des Galvanometers in umgekehrtem Sinne, wie ihn der directe Batteriestrom in Stellung *I* erzeugte, bemerklich.

Beim Uebergang aus Stellung *III* in *IV* ist der Durchmesserstreifen mit seiner rechten kreisbogenförmigen Begrenzung zwischen den Federn 4 und 5 hindurch gegangen; da dieselbe aber nur etwa 50° umfasst, so werden die beiden um 75° von einander abstehenden Federn nur nach einander berührt, aber keinen Augenblick miteinander leitend verbunden, eine Schwächung der Polarisation durch vorübergehenden kurzen Schluss des Voltameters ist also vermieden. Die vorgeschriebenen Drehungen um — 75° (*I* nach *II*), um — 45° (*II* nach *III*), um + 45°. (*III* nach *IV*) brauchen nicht genau diese Grössen zu haben, da die Verbindungsstücke beiderseits die Federn um einige Grade überragen.

2. Das Stellbrett.

Im physikalischen Laboratorium wie im Hörsaale hat man häufig Apparate so aufzustellen, dass eine Axe genau senkrecht steht. Das ist, weil gewöhnlich keine Libellen angebracht sind, meist recht mühsam, z. B. für ein Galvanometer, dessen Magnetscheibe, der guten Dämpfung wegen, nur mit sehr kleinem Zwischenraum in einer Kupferhülse schwebt; bei ungenügend feiner Aufstellung streift der Magnet an der Umhüllung.

Ich benutze seit einigen Jahren ein quadratisches Brett von 42 cm Seite, auf welches ein ebener Glasspiegel von 34 cm Seite gekittet ist. Solche Glasplatten, mit gut ebener Oberfläche, bekommt man sehr billig, wenn man sie aus Spiegeln

---

jetzt den Verbindungsstöpsel in den unterbrochenen Leitungsdraht von Feder 2 einsetzt. Das untere Ende des Durchmesserstreifens verbindet dann zwar noch Feder 6 mit 5, dennoch bleiben dadurch sowohl Batterie als Voltameter offen, weil sich einerseits zwischen 1 und 6, andererseits zwischen 5 und 4 Stücke des isolirenden Randes der Scheibe befinden.

mit schadhaftem Belag schneiden lässt. An zwei Ecken des Brettes und in der Mitte der gegenüberliegenden Seite ist je eine Mutter aus Messing eingelassen und gewöhnliche, messingene Stellschrauben gehen durch diese. Das Brett lässt sich nun leicht nach einer Dosenlibelle oder noch genauer und bequemer bei Benutzung einer Kreuzlibelle, (einer Scheibe mit ebener Basis, auf der zwei Röhrenlibellen befestigt sind, deren Axen sich kreuzen), in weniger als einer Minute Zeit, so stellen, dass die Glasoberfläche genau wagerecht ist.

Auf die wagerechte Spiegelscheibe wird der Apparat, z. B. das Galvanometer gesetzt und mit seinen Stellschrauben die gewünschte genaue Stellung sorgfältig herbeigeführt. Dabei wird man prüfen, ob bei der fast reibungslosen Verschiebung des Instrumentes auf der Glasscheibe die Stellung immer befriedigt. Ist nun das Instrument (Galvanometer) nur einmal gut gestellt, so wird nie mehr an seine Stellschrauben gerührt, sondern wenn es gebraucht werden soll, wird die Unterlagplatte, die ich Stellbrett zu nennen vorschlage, mittels der an ihr angebrachten Stellschrauben in genau wagerechte Lage gebracht, dann erst das Instrument aufgesetzt. Man kann ein Galvanometer nun auf der Glasscheibe noch verschieben und beliebig drehen (um die Windungen in den magnetischen Meridian zu bringen), die Verticalstellung des Zapfens ist immer sicher.

Die Spiegelscheibe ist sehr reinlich und bietet den weiteren Vortheil dar, bei Demonstrationen auch die Unterseite des Instrumentes, welche (z. B. bei dem Siemens'schen Universalgalvanometer) oft von Interesse ist, sehen zu lassen.

Ueber Fernrohrobjective.

Von

Ingenieur C. Moser in Berlin.

(Schluss).

Bedenkt man, dass die für die Bestimmung einer Objectivform maassgebenden Bedingungen aus einer ziemlich grossen Zahl von Gleichungen ausgewählt werden können, dass ferner die Aufeinanderfolge der Glasarten bei jedem im Uebrigen bestimmten Constructionstypus mehrere Modificationen gestattet und dass endlich in manchen Fällen in Folge des höheren Grades der Schlussgleichung immer noch eine Mehrheit von Lösungen auftreten kann, so ist einleuchtend, dass eine grosse Anzahl von Linsenformen existiren muss, die man mit mehr oder weniger Recht als besondere Objectivconstructionen bezeichnen könnte.

Nun sind unter allen Umständen für die Construction eines astronomischen Fernrohrobjectivs die drei Bedingungen 1), 2), 4) unerlässlich; in welcher Weise aber in den hauptsächlichsten bekannten Objectivconstructionen über die übrigen Bedingungen verfügt ist, wollen wir hiernachstehend etwas näher erörtern.[1])

Euler'sche Construction. Euler[2]) erkannte, dass der Brennpunkt einer Linse immer sphärische Abweichung zeigen muss, dass aber diese Abweichung je nach der Form der Linse verschiedene Grösse annehmen kann. Er setzte nun die

[1]) Wenn hier die ältesten achromatischen Objective, die Dollond'schen, unerwähnt bleiben, so rührt dies daher, dass diese bloss durch Empirie festgesetzten Linsenformen ausser der Bedingung der Achromasie nur willkürliche und in verschiedenen Fällen verschiedene Constructionsbedingungen in sich schliessen, so dass sie nicht als bestimmte Objectivconstruction in dem hier gebrauchten Sinne gelten können. — [2]) A. a. a. Orten in dessen Dioptrica, Petrop. 1769.



Form der einfachen Linse fest, für welche die Abweichung im zweiten Brennpunkt ein Minimum ist, und welche als die zweckmässigste Form eines unachromatischen, aus einer einzigen Linse bestehenden Objectivs angesehen werden muss. Als dann später die Möglichkeit einer Farbencorrection erwiesen war, setzte Euler hinter die wie vorstehend bestimmte Crownglaslinse eine zerstreuende Flintglaslinse, deren Bestimmung es war, die Farbenabweichung aufzuheben und den im Brennpunkt der Crownglaslinse noch vorhandenen Rest sphärischer Abweichung vollends zu vernichten. Das Euler'sche Doppelobjectiv ist durch die Gleichungen 1), 2), 4), 26) bestimmt. Die Crownglaslinse ist biconvex und es verhält sich bei derselben für den Brechungsindex 1,5 dem absoluten Werth nach der erste Radius zum zweiten wie 1 zu 6, so dass die Linse die stark gekrümmte Seite dem einfallenden Lichte zukehrt. Für die Flintglaslinse ergeben sich zwei Formen, von denen die zweckmässigere biconcav ist und dem Brennpunkte die schwächer gekrümmte Seite zukehrt, während der Radius der andern Seite kürzer ist als der zweite Radius der Crownglaslinse. Die Nachtheile des Objectivs sind: grosse Abweichung ausser der Axe und grosse Abweichung höherer Ordnung in der Axe.

Klügel'sche Construction.[1]) Eine einfache Linse, bei welcher ein mit der Axe parallel einfallender Strahl eine Minimalablenkung erleidet, d. i. mit den beiden Linsenflächen gleiche Winkel bildet, giebt für ein ausgedehntes Feld ein besseres Bild als manche andere einfache Linse. Giebt man bei einem Objectiv mit vorangehender Crownglaslinse derselben die so bestimmte Form, und lässt man sodann durch die nachstehende Flintglaslinse eine Aufhebung der chromatischen Abweichung und der sphärischen Abweichung in der Axe bewirken, so erhält man das Klügel'sche Doppelobjectiv, welches sonach durch die Gleichungen 1), 2), 4), 27) bestimmt ist. Für den Brechungsindex 1,5 der Crownglaslinse, (welche biconvex ist), ergiebt sich für dieselbe dem absoluten Werth nach das Verhältniss des ersten Radius zum zweiten gleich 1 zu 3. Im Uebrigen ist das Objectiv dem Euler'schen ähnlich. Die Construction hat durchaus keine Berechtigung, denn durch die Flintglaslinse wird die gute Eigenschaft der Crownglaslinse wieder zerstört; man hat dieselben Nachtheile wie beim Euler'schen Objectiv. Dasselbe gilt von der entsprechenden neuerdings von Gundlach[2]) vorgeschlagenen Form, bei welcher die Flintglaslinse vorangeht, während die nachfolgende Crownglaslinse vom Lichtstrahl unter gleichen Winkeln durchlaufen wird, und welche durch die Gleichungen 1), 2), 4), 27') bestimmt sein würde.

Clairaut'sche Construction.[3]) Bei dieser Construction des Doppelobjectivs haben der zweite Radius der ersten Linse und der erste Radius der zweiten Linse gleiche Krümmung, so dass die beiden Linsen zusammengekittet werden können. Sowohl die Form mit vorangehender Crownglaslinse als die Form mit vorangehender Flintglaslinse wurde schon von Clairaut ins Auge gefasst. Das Objectiv ist durch die Gleichungen 1), 2), 4), 22) bestimmt. Bei jeder Anordnung der beiden Gläser sind zwei Lösungen vorhanden, von denen man sich in der Praxis gewöhnlich für die entscheidet, welche die geringeren Krümmungen mit sich führt. Die äussere Form der Linsen fällt je nach den der Construction zu Grunde gelegten Glassorten sehr verschieden aus. Die Form mit vorangehendem Flintglas wurde von Steinheil vielfach hergestellt. Die Construction wurde in neuerer Zeit wieder von Hansen in Vorschlag gebracht. Der hauptsächlichste bei dem Objectiv un-

[1]) In dessen Analyt. Dioptrik, Leipzig 1778, vorgeschlagen. — [2]) S. diese Zeitschrift 1886, S. 317. — [3]) Vergl. darüber J. Herschel, On the theory of Light, § 467.

umgängliche Nachtheil besteht in einer ziemlich beträchtlichen sphärischen Abweichung höherer Ordnung in der Axe, welche die Construction für grössere Dimensionen, bei denen eine möglichst vollkommene Correction des Brennpunktes anzustreben ist, unvortheilhaft machen würde. In diesem Falle jedoch verliert die Construction ohnehin schon ihre Berechtigung, da ein Zusammenkitten grösserer Linsen aus verschiedenen Glassorten in Folge der verschiedenartigen Ausdehnung derselben bei wechselnder Temperatur unstatthaft wird. Im Allgemeinen ist ein Zusammenkitten der beiden Linsen des Objectivs nur bis zu einem Durchmesser von etwa 50 mm von Vortheil. So lange jedoch ein Zusammenkitten möglich ist, wird das Objectiv ein nicht gekittetes durch grössere Lichtstärke übertreffen und die Vereinigung der beiden Linsen zu einer einzigen ermöglicht ein bequemeres Fassen und namentlich ein leichteres, wenig Sachkenntniss erforderndes Reinigen und Einlegen in die Fassung, ein Vorzug, welcher bei manchen, vielfach äusseren Einwirkungen ausgesetzten Objectiven sehr hoch anzusetzen ist. Was bei dem gekitteten Objectiv die sphärische Abweichung ausser der Axe anbetrifft, so liegt es vollständig im Bereiche der Möglichkeit, dieser Abweichung Rechnung zu tragen, so gut es mit einem Fernrohrobjectiv überhaupt geschehen kann.

D'Alembert'sche Construction. Wir verstehen hierunter die Objectivform, bei welcher die sphärische Abweichung im Brennpunkt für zwei Farben gehoben ist. Man hat die so bestimmte Construction öfters nach Gauss benannt, doch müssen wir dem Vorschlage von d'Alembert[1]) die Priorität zuerkennen. Das Doppelobjectiv ist in diesem Falle durch die Gleichungen 1), 2), 4), 11) bestimmt. Man erhält eine Schlussgleichung vom vierten Grade, welche gewöhnlich zwei reelle Lösungen giebt. Bei voranstehendem Crownglas besteht das Objectiv aus zwei Menisken, von denen jeder dem einfallenden Licht die convexe Seite zukehrt; bei voranstehendem Flintglas besteht das Objectiv aus zwei Menisken, von denen jeder dem einfallenden Licht die concave Seite zukehrt. Der mit dem Constructionsprincip bezweckte Vortheil ist der, eine grössere Lichtmenge im Brennpunkte streng zu vereinigen, wodurch namentlich bei grossen Objectiven eine möglichst grosse Definition bedingt sein würde. Bei den zur Verfügung stehenden Brechungsverhältnissen optischer Gläser jedoch zeigt das Objectiv sehr beträchtliche Werthe für die Abweichung höherer Ordnung in der Axe und gerade hierdurch wird das Bestreben, im Brennpunkte eine grössere Lichtmenge zu vereinigen, wieder vereitelt. Der genannte Nachtheil trifft das Objectiv mit vorangesetztem Flintglas in geringerem Maasse als die Form mit vorangesetztem Crownglas und tritt bei Anwendung einiger der neuen Jenaer Gläser weniger stark auf als bei Anwendung der bisherigen Silicatgläser. Bei einem dreifachen Objectiv ist die Erfüllung des d'Alembert-Gauss'schen Princips möglich, ohne dass der erwähnte Nachtheil unvermeidlich ist.

Herschel'sche Construction.[2]) Die bestimmende Eigenschaft dieser Construction besteht darin, dass die beiden bei jedem Objectiv vorhandenen Paare aplanatischer Punkte in eines zusammenfallen, welches durch den unendlich fernen Punkt der Axe und den zweiten Brennpunkt gebildet wird. Das Objectiv ist durch die Gleichungen 1), 2), 4), 5) bestimmt. Bei der gewöhnlich gebräuchlichen Anordnung mit vorangehender Crownglaslinse bestimmt die den längeren Radien entsprechende der beiden Lösungen eine biconvexe Crownglaslinse, welche die schwächer

[1]) Vergl. dessen Opuscules Tome III. — [2]) Zuerst begründet in „On the Aberrations of Compound Lenses and Objectglasses“, Philos. Trans. for 1821.

gekrümmte Seite dem einfallenden Lichte zukehrt, und eine concav-convexe Flintglaslinse, welche die concave Seite der Crownglaslinse zukehrt. Die Vorzüge des Objectivs sind: Geringe Abweichung höherer Ordnung in der Axe, welche durch zweckmässige Wahl der Gläser in hohem Maasse reducirt werden kann, ferner verhältnismässig geringe chromatische Differenz der sphärischen Abweichung und geringe sphärische Abweichung ausser der Axe. Die einzige Unvollkommenheit besteht darin, dass die sphärische Abweichung ausser der Axe, obwohl kleiner als bei den meisten anderen Objectiven, immer noch nicht soweit gehoben ist, als es mit einem Objectiv möglich ist, ohne dass auf die genannten Vorzüge der Herschel'schen Construction Verzicht geleistet wird.

Fraunhofer'sche Construction. Weder Fraunhofer noch dessen Nachfolger in dem bekannten Müncheuer optischen Institut haben über die dieser Objectivconstruction zu Grunde liegenden Principien etwas veröffentlicht. Die einzige sachliche Nachricht darüber scheint eine Mittheilung Bessels zu sein, Utzschneider hätte ihm gesagt, von Fraunhofer sei das Objectiv des Königsberger Heliometers mit Rücksicht auf die zur Axe geneigten Strahlen construirt worden. Hiernach muss angenommen werden, Fraunhofer habe als charakteristische Bestimmung für seine Objectivconstruction die Bedingung betrachtet, die sphärische Abweichung ausser der Axe nach Möglichkeit aufzuheben. Ueber die Methode seiner Rechnung wissen wir nichts; über den Grad der von ihm erzielten Vollkommenheit des thatsächlich vorhandenen Objectivs werden wir uns hier ein Bild zu machen suchen.

Wir haben zu dem Zweck unter Zugrundelegung der Bestimmungselemente des Objectivs des Königsberger Heliometers eine Anzahl Objective berechnet, welche alle mit dem ersten gleiche Brennweite haben und ganz in gleicher Weise wie ersteres achromatisirt sind.

Die Bestimmungselemente des Objectivs, welche Bessel von Fraunhofer erhielt und u. a. O. in seiner Theorie des Königsberger Heliometers mittheilt, sind:

$$n_1 = 1{,}529130$$
$$n_2 = 1{,}639121$$
$$\Delta n_1 : \Delta n_2 = 1 : 2{,}025$$

Dicke der Crownglaslinse = 6 par. Linien
Dicke der Flintglaslinse = 4 par. Linien
Abstand beider Linsen = 0.

Ausserdem sind die Radien bekannt, welche etwas weiter unten unter Col. IV aufgeführt werden. Mit Hilfe derselben und der vorstehenden Elemente findet man die

Brennweite des Objectivs = 1131,455 par. Linien.

Nachstehend aufgeführte Radien beziehen sich

I. auf ein durch die Gleichungen 1), 2), 4), 7) bestimmtes Objectiv, welches der bestmöglichen Correction der sphärischen Abweichung ausser der Axe entspricht (beste Form),

II. auf das durch die Gleichungen 1), 2), 4), 5) bestimmte Herschel'sche Objectiv,

III. auf das durch die Gleichungen 1), 2), 4), 28) bestimmte, noch später zu besprechende Objectiv von Prazmowski,

IV. auf das Objectiv des Königsberger Heliometers,

IVa. auf ein Objectiv, welches in der Axe bestmöglich frei von sphärischer Abweichung wäre und ausser der Axe dieselben Abweichungsreste wie das Fraunhofer'sche Objectiv IV zeigen würde.

Alle diese Objective haben äusserlich annähernd dieselbe Form, nämlich eine biconvexe Crownglaslinse, auf welche eine concav-convexe Flintglaslinse folgt. Die vier Radien sind dem absoluten Werthe nach in par. Linien:

	I (beste Form)	II (Herschel)	III (Prazmowski)	IV (Fraunhofer)	IVa
$R_1 =$	694,37	763,38	850,72	838,16	837,02
$R_2 =$	363,78	347,33	331,83	333,79	333,96
$R_3 =$	372,08	354,75	338,15	340,54	340,43
$R_4 =$	1656,04	1360,25	1144,74	1172,51	1171,32

Aus der Vergleichung dieser Objective ist ersichtlich, dass das Fraunhofer-Objectiv von der besten Form der Berücksichtigung der Abweichung ausser der Axe noch recht merkbar abweicht, dass das Herschel'sche Objectiv der besten Form näher steht als das Fraunhofer'sche, dass das Fraunhofer'sche dem Herschel'schen näher steht als der besten Form. Dagegen zeigt das Fraunhofer-Objectiv eine grosse Annäherung an die Form von Prazmowski. Die Wegschaffung des schon von Bessel festgestellten kleinen Restes sphärischer Abweichung in der Axe würde nur eine unbedeutende Correction der Form des Königsberger Objectivs veranlassen (IVa gegen IV).

Es muss noch hervorgehoben werden, dass die Formen I, II, III, obwohl sie nicht allzu beträchtlich von einander abweichen, doch principiell von einander verschieden sind, so dass keine zwei derselben in eine Form zusammenfallen können, ohne dass die Brennweite des Objectivs unendlich gross wird.

Es sei gestattet, hier noch einige Bemerkungen und Muthmassungen über die von Fraunhofer befolgte Methode zur Feststellung der Elemente seiner Objective auszusprechen. Zunächst ist darauf aufmerksam zu machen, dass die in der ersten Zeit seines Wirkens hergestellten Objective die nach ihm benannte typische Form noch nicht zeigen, dass sie vielmehr gewöhnlich Objective mit gleichen Innenradien sind. Sodann aber ist bei einer grossen Zahl der spätern Objective zu bemerken, dass der erste Radius der Crownglaslinse zum zweiten Radius derselben in einem constanten Verhältniss steht. So verhält sich bei dem Königsberger Objectiv, ferner bei zwei vierzölligen Objectiven, über deren Ausmessung Stampfer in den *Jahrbüchern des Wiener polytechnischen Institutes* berichtet, ferner bei dem vierzölligen Objectiv der Utrechter Sternwarte, dessen Radien mir durch die Güte des Herrn Professor Oudemans zugänglich wurden, endlich bei den Fraunhofer-Objectiven, von denen im Prechtl'schen Lehrbuche die Rede ist, immer der erste Radius der Crownglaslinse zum zweiten wie 2,5112 zu 1, obgleich die Glasarten bei diesen Objectiven zum Theil sehr verschiedene sind. Nun wird es keinem Zweifel unterliegen, dass für die aufgezählte Gruppe das Objectiv des Königsberger Heliometers als das grösste und wichtigste die Stammform bilden und also das Constructionsprincip Fraunhofer's am Getreuesten repräsentiren wird. Andrerseits aber muss zugegeben werden, dass die willkürliche Festsetzung des Verhältnisses zweier Radien nur mit Preisgabe einer wesentlichen Constructionsbedingung möglich war. Die in Rede stehende Eigenthümlichkeit mancher Fraunhofer-Objective schliesst nun aber, wie jedem Rechner klar sein wird, die Anwendung einer directen Rechenmethode von Seiten Fraunhofers aus und beweist, dass Fraunhofers Verfahren ein indirectes sein musste. Hierdurch aber verliert die öfters ausgesprochene Vermuthung, Fraunhofer hätte nach Herschel construirt, jede Berechtigung, selbst wenn man

der bedeutenden Verschiedenheit des Königsberger Objectivs von einem Herschelschen keine principielle Bedeutung beimessen wollte. Man kann vielmehr als erwiesen betrachten, dass die beiden Männer unabhängig von einander und fast gleichzeitig zu einer Bestimmung des astronomischen Doppelobjectivs gelangten, welche trotz der thatsächlich bestehenden Abweichung immerhin schon eine ganz ausserordentliche Annäherung an die beste Form desselben zeigt. Es ist nun ferner in hohem Grade wahrscheinlich, dass Fraunhofer ein trigonometrisches Verfahren zur Bestimmung seines Objectivs angewandt habe; in diesem Falle war das Anpassen einer Flintglaslinse zum Zweck der Correction der Farben und der sphärischen Abweichung in der Axe an eine typisch festgestellte Crownglaslinse eine verhältnissmässig leichte Arbeit. Dagegen musste die Feststellung der typischen Form der Crownglaslinse einen sehr bedeutenden Rechenaufwand mit sich führen; hierbei konnte der Rechner entweder den Gang einiger mit der Axe in einer Ebene liegender und zur Axe geneigter Lichtstrahlen verfolgen, und wenn er diese Rechnung mit Vermeidung von in der Rechnung unbequemen sehr spitzen Winkeln durchführte, so mussten hierbei auch die Beträge des von uns abgeschiedenen nicht corrigirbaren, mit dem Quadrat des Feldes zunehmenden Gliedes mitwirken und es konnte aus diesem Grunde bei einer beschränkten Zahl verfolgter Lichtstrahlen keine vollkommene Annäherung an die bezweckte Form erreicht werden; oder aber der Rechner konnte sich auf die mit der Axe parallel einfallenden Lichtstrahlen beschränken und die Cosinusbedingung 27a), welche zu Fraunhofer's Zeit schon bekannt war, und welche in der That eine dem Fraunhofer-Objectiv sehr nahe kommende Objectivform bestimmt, als Kriterium dafür ansehen, dass dem erwünschten Zwecke genügt sei. Welchen der beiden Wege Fraunhofer befolgt haben mag, muss dahingestellt bleiben, wenn nicht das Münchener Institut, welches dazu zweifellos im Stande ist, uns den gewünschten Aufschluss giebt, der allerdings bei dem heutigen Stande der Optik nur noch historischen Werth haben kann.

Fragen wir nach den Eigenschaften der Fraunhofer-Objective, so sind dieselben Vorzüge zu nennen, welche oben beim Herschel'schen Objectiv erwähnt wurden. Die von verschiedenen Optikern constatirte Eigenschaft der Fraunhofer-Objective, für zwei verschiedene Farben ungefähr gleiche Bildgrösse oder ungefähr gleiche Lage des zweiten Hauptpunktes zu geben, ist keine ausschliessliche Eigenthümlichkeit derselben, lässt sich vielmehr durch Herstellung einer einfachen linearen Beziehung zwischen den Linsendicken bei jeder andern Objectivform auch erzielen.

Beim Objectiv des Königsberger Heliometers beträgt der in Folge der nicht ganz vollständigen Aufhebung der sphärischen Abweichung in der Axe auftretende angulare Durchmesser des Abweichungskreises im Brennpunkte der Centralstrahlen 0,53 Bogensecunden, reducirt sich aber in dem dem Objectiv etwas näher liegenden Punkte grösster Zusammendrängung des Lichtes auf 0,"14, welcher Werth bei einem 6-zölligen Objectiv als unschädlich zu betrachten ist. Wegen der nicht vollständig strengen Berücksichtigung der Strahlen ausser der Axe dagegen erweitert sich für einen 7,5 Bogenminuten ausser der Axe gelegenen Bildpunkt der grösste Durchmesser des Abweichungsraumes, welcher im günstigsten Falle einen angularen Betrag von 0,"11 hat, auf 0,"76 und für einen 15′ ausser der Axe gelegenen Bildpunkt erweitert sich derselbe entsprechend von 0,"45 auf 1,"75 und dies sind Beträge, die sich bei den Dimensionen des Königsberger Objectivs recht wohl bemerkbar machen müssen. Immerhin haben wir den Fraunhofer-Objectiven eine

Vollkommenheit zuzusprechen, welche von den Objectiven nur weniger der heutigen Optiker erreicht wird und in Bezug auf die technische Ausführung stehen die Fraunhofer-Objective noch immer unübertroffen da.

Littrow'sche Construction. Das charakteristische Merkmal dieser Construction ist die gleichschenklige Form der Crownglaslinse, welche der Flintglaslinse vorangeht. Letztere ist für die gewöhnlich angewandten Gläser (den engl. Hard Crown und Dense Flint ähnliche Glasarten) nahezu planconcav und kehrt dem Crownglas die concave Seite zu. Das Objectiv ist durch die Gleichungen 1), 2), 4), 25) bestimmt. Obwohl die Form schon vor Littrow mehrfach hergestellt wurde, hat sie sich doch erst durch dessen Tafeln[1]) allgemeiner eingebürgert und Littrow motivirte die Construction dadurch, dass die Radien des Objectivs länger als bei jedem andern Objectiv sind, und glaubte, dass das Objectiv in Folge davon grössere Durchmesser als andere Objective erhalten könne. Dieser Schluss hat sich jedoch als irrthümlich erwiesen; gerade im Gegentheil zeigt das Littrow'sche Objectiv, abgesehen von ungünstigen Eigenschaften ausser der Axe, einen sehr grossen Betrag von Abweichung höherer Ordnung in der Axe, welcher eine weit weniger vollkommene Vereinigung der Lichtstrahlen im Brennpunkte gestattet, als es z. B. bei einem Herschel'schen Objectiv von gleicher Oeffnung der Fall ist. Da nun dieser Nachtheil namentlich bei grossen Objectiven sehr stark hervortritt, so ist uns vollständig unerklärlich, dass die grossen in neuester Zeit hergestellten Objective im Wesentlichen in dieser Construction ausgeführt werden. Der Umstand, dass die Herstellung eines solchen Objectivs ein Paar Schleifschalen weniger erfordert, kann nicht ernstlich in Betracht kommen.[2])

Stampfer'sche Construction. Stampfer[3]) bestimmt das Objectiv so, dass das zweite Paar aplanatischer Punkte, auf dessen Lage die übrigen Objectivconstructionen mit Ausnahme der Herschel'schen keine directe Beziehung haben, eine vorgeschriebene Lage annimmt, und zwar wird dieses zweite Paar aplanatischer Punkte durch einen in grösserer Entfernung vor dem Objectiv gelegenen und dessen conjugirten unweit hinter dem zweiten Brennpunkt liegenden Punkt gebildet. Zur Bestimmung des Objectivs dienen die Gleichungen 1), 2), 4), 4a), wenn in 4a) für x der Werth für den Abstand des Punktes, dessen aplanatische Abbildung erfolgen soll, eingesetzt wird.

Stampfer fand, dass die durch ihn bestimmte Objectivform genau mit einem von ihm ausgemessenen vierzölligen Fraunhofer-Objectiv übereinstimmte, wenn er den aplanatisch abzubildenden Punkt in 40facher Brennweite vor dem Objectiv annahm. Er schloss hieraus und aus dem Umstande, dass Fraunhofer seine Objective auf terrestrische Objecte probirt hatte, dass er in seiner Bestimmungsweise das Princip der Fraunhofer-Construction festgestellt hätte. Dagegen ist zu sagen, dass sich jede beliebige andere Objectivconstruction auch wiedergeben lässt, wenn deren immer vorhandenes zweites Paar aplanatischer Punkte festgesetzt wird. Dass Stampfer für die Entfernung des aplanatisch abgebildeten Punktes eine runde

[1]) A. a. a. Orten in Littrow, Dioptrik, Wien 1830. — [2]) Es unterliegt keinem Zweifel, dass die sphärische Abweichung höherer Ordnung in der Axe (sog. Zonenfehler) vollkommen unmerkbar gemacht werden kann, wenn an Stelle der Kugelflächen andere Rotationsflächen treten, deren Herstellung recht wohl im Bereiche der praktischen Möglichkeit liegt. In keinem Falle jedoch lässt sich auf diese Weise die dem Objectiv anhängende Abweichung ausser der Axe vermindern. Ausserdem aber ist in einer gut eingerichteten optischen Werkstatt die Herstellung einer genauen Kugelfläche leichter als die einer bestimmten andern Rotationsfläche. — [3]) In den Jahrbüchern des Wiener polyt. Inst. B. XII.

Zahl fand, kann nicht ins Gewicht fallen, da andere Fraunhofer-Objective ganz andere, sowohl dem absoluten Werth nach, als im Vielfachen der Brennweite verschiedene Lage des aplanatischen Punktes zeigen. Endlich aber haben wir das von Stampfer untersuchte Objectiv als ein mit proportionalen Crownglasradien vom Königsberger Objectiv abgeleitetes, also nicht die ursprüngliche Fraunhofer-Construction darstellendes Objectiv anzusehen. Wenn hiernach Stampfers Hypothese über das Wesen der Fraunhofer-Objective als hinfällig zu betrachten ist, so kann man doch der Stampfer'schen Bestimmungsweise als selbständige Objectiveconstruction nicht jede Berechtigung absprechen. Dieselbe würde es möglich machen, eine genaue Prüfung des Objectivs mit Hilfe eines terrestrischen verhältnissmässig nahe gelegenen Objects, also in ziemlich hohem Grade unabhängig von der Luftbeschaffenheit und ohne Anwendung einer kostspieligen Montirung mit Uhrwerk vorzunehmen, wodurch die Fertigstellung eines grossen Objectivs sehr wesentlich erleichtert würde. Die angedeutete Prüfungsmethode eines Objectivs ist bei anderen Objectiveconstructionen durch Aufsuchung des zweiten Paares aplanatischer Punkte und entsprechende Placirung des Probeobjectes nicht immer zu verwirklichen, da hier sehr oft der zweite aplanatisch abgebildete Punkt hinter dem Objectiv liegt, also ein sogenannter virtueller Convergenzpunkt ist.

Schmidt'sche Construction.[1]) Das Verdienst von Willibald Schmidt besteht darin, nachgewiesen zu haben, dass sich mit Linsen aus optischem Glase unter Umständen eine strenge Vereinigung von drei verschiedenen Farben, also eine bedeutende Reduction des secundären Spectrums, erzielen lässt, während das Bestehen dieser Möglichkeit bei Zuhilfenahme allgemeinerer optischer Medien schon im vorigen Jahrhundert durch Dr. Blair festgestellt war.[2]) Die von Schmidt zu dem Zwecke ausgesuchten Gläser sind Flint 13, Flint 23, und Crown 13 von Fraunhofer, für welche in der That das Nebeneinanderbestehen der Gleichungen 2) und 3), welches sonst immer ungemein kurze Einzelbrennweiten bedingt, ziemlich günstige Werthe für diese Grössen giebt. In der bei Aufzählung der Glasarten befolgten Reihenfolge der Gläser des Schmidt'schen Objectivs sind die sechs Radien desselben durch die sechs Gleichungen 1), 2), 3), 4), 11), 22) bestimmt. Bei dem von Schmidt angewandten Rechenverfahren sind an Stelle unserer Gleichungen 2) und 3) zwei andere die Farbencorrection bezweckende Gleichungen erfüllt worden, welche durch die von Schmidt eingeführte Dispersionsformel bestimmt waren. Diese Methode, eine sämmtliche Brechungsverhältnisse wiedergebende Dispersionsformel in die Rechnung einzuführen, hat im ersten Augenblick etwas Bestechendes an

[1]) Mit grossem Arbeitsaufwand behandelt in: W. Schmidt „Die Brechung des Lichtes in Gläsern, insbesondere die achromatische und aplanatische Objectivlinse", Leipzig 1874. — [2]) Schon Brewster hat zu derartigen Versuchen angeregt. Blair (s. Trans. of the Royal Soc. of Ed. 1791) stellte zunächst fest, dass bei Vereinigung von zwei bestimmten Spectralfarben eine dritte Farbe entweder über- oder untercorrigirt war, je nachdem ein Crownglasprisma mit einem Flintglasprisma oder einem mit Salzsäure gefüllten Hohlprisma achromatisirt wurde und war hierdurch in den Stand gesetzt, dreifache Linsencombinationen zu construiren, welche eine strenge Vereinigung von drei bestimmten Spectralfarben erzielten. Sodann that Blair einen bedeutenden Schritt weiter und stellte durch Mischung verschiedener Flüssigkeiten eine solche her, die allein schon im Stande war, bei Achromatisirung einer Crownglaslinse die strenge Vereinigung von drei Farben zu verwirklichen. Auf diese Weise führte er ein Doppelobjectiv von 3 Zoll Durchmesser und nur 9 Zoll Brennweite aus, welches dem Beobachter vollkommen achromatisch erschien. J. Herschel sagt in seinem „On Light" bei Besprechung der Blair'schen Untersuchungen, das Fernrohr würde ein ganz neues Instrument werden, wenn es gelänge, diese Resultate mit festen Körpern zu erzielen.

sich, da hierdurch der Eindruck hervorgebracht wird, als würden alle Strahlen des Spectrums berücksichtigt. Mangelhaft aber ist an dem Schmidt'schen Verfahren, dass die verschiedenen Farben des Spectrums mit gleichen Gewichten eingeführt werden, und dass die Berücksichtigung der verschiedenen Intensitäten einen ausserordentlich grossen Rechenaufwand veranlassen würde. Von diesem Nachtheil ist das Princip, drei ganz bestimmte, dem wichtigsten Theil des Spectrums angehörende Brechungsverhältnisse in die Rechnung einzuführen, frei, sobald die Wahl dieser Strahlen, womit wir uns hier nicht näher beschäftigen können, richtig getroffen wird. Wenn dann ferner die Brechungsverhältnisse der gewählten Farben vor der Einführung in die Rechnung aus einer grössern Anzahl solcher Brechungsverhältnisse für verschiedene Farben und einer entsprechenden Dispersionsformel nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen werden, so fallen die gegen unser Verfahren zu machenden Einwände weg, welches ausserdem dem Rechner den Vortheil bietet, sich der geometrischen Vorstellung von dem Strahlenverlauf directer anzuschliessen. Das von Schmidt berechnete Objectiv zeigt im Brennpunkt eine in jeder Beziehung gute Vereinigung der Lichtstrahlen und hat eine nur unbedeutende Abweichung höherer Ordnung in der Axe, obwohl hierauf, wie auch auf die Abweichung ausser der Axe, bei der Bestimmung der Radien keine Rücksicht genommen wurde.

Wohl unabhängig von Schmidt hat kurze Zeit später Prof. Hastings in Baltimore[1]) ebenfalls die praktische Möglichkeit erwiesen, mit drei Glaslinsen drei verschiedene Farben zu vereinigen, hat jedoch in den von ihm berechneten Beispielen eine weniger vollkommene Farbencorrection erzielt als Schmidt. Dagegen war eine technische Ausführung der vorgeschlagenen Objective noch lange Zeit unmöglich, da das zur Erzielung der vollkommeneren Farbencorrection unerlässliche Fraunhofer-Flint 13 oder ein stellvertretendes Glas nicht aufzufinden war. Gegenwärtig jedoch werden im glastechnischen Laboratorium in Jena Gläser hergestellt, welche das in Frage stehende Glas nicht nur vollkommen ersetzen, sondern bei Weitem übertreffen und insbesondere schon bei einer Doppellinse die strenge Vereinigung von drei zweckmässig vertheilten Farben gestatten.

Schröder'sche Construction. Ich verstehe hierunter die Objectiv-Construction, welche eine Correction der sphärischen Abweichung höherer Ordnung in der Axe bezweckt und demnach beim Doppelobjectiv durch die Gleichungen 1), 2), 4), 19) bestimmt ist. Nach persönlichen Mittheilungen, die mir Dr. H. Schröder im Jahre 1879 machte, hatte er durch trigonometrische Rechnung gefunden, dass eine strenge Vereinigung in der Lage des Brennpunktes für Centralstrahlen und Randstrahlen bei einigen Objectivconstructionen eine dem Objectiv nähere, bei andern aber eine dem Objectiv fernere Lage des Brennpunktes für eine zwischen Rand und Mitte gelegene Objectivzone mit sich führte, und wurde dadurch auf die Idee geführt, ein Objectiv zu construiren, welches für drei bestimmte Zonen genau übereinstimmende Lage des Brennpunktes hatte. Nach seiner Aussage hat er schon zu Anfang der siebziger Jahre Objective nach dem genannten Princip ausgeführt; wir hätten daher in der hier befolgten chronologischen Reihenfolge der Vorschläge die Schröder'sche Construction vor der Schmidt'schen, deren Principien im Jahre 1874 veröffentlicht wurden, nennen können. Das Schröder'sche Princip erstrebt, wie auch das Schmidt'sche und das d'Alembert-Gauss'sche, eine grössere Zusammendrängung

[1]) Vergl. darüber A. Safarik im 17. Jahrgange der Vierteljahresschr. der Astr. Ges.

des Lichtes im Brennpunkt und es muss demselben bei grossen Objectiven oder bei Objectiven von relativ grosser Oeffnung eine hervorragende Wichtigkeit beigemessen werden.

Prazmowski'sche Construction.[1]) Bei dieser Construction erleidet der mit der Axe parallel einfallende Strahl eine Minimalablenkung. Das Doppelobjectiv hat sonach die durch die Gleichungen 1), 2), 4), 28) bestimmte Form. Nach brieflichen Mittheilungen, die Prof. Prazmowski an Dr. Schröder im Jahr 1879 gelangen liess und die letzterer dem Verfasser dieser Zeilen s. Z. gütigst zur Verfügung stellte, erstrebte Prazmowski mit dem genannten Princip die Erzielung einer guten Wirkung ausser der Axe und in der That zeigt die Vergleichung der Form III mit der Form I der anlässlich der Construction der Fraunhofer Objective mitgetheilten Daten eine beträchtliche Annäherung der beiden Formen, welche auch aus den Beziehungen der bestimmenden Gleichungen 28) und 7) hervorgeht. Es wurde schon oben erwähnt, dass das durch die Gleichung 28) bestimmte Objectiv eine sehr grosse Annäherung mit der von Fraunhofer ausgeführten Form zeigt, welche die Vermuthung rechtfertigen könnte, Prazmowski hätte in seiner Bestimmungsweise genau das Fraunhoferprincip wiedergegeben. Ein genau nach Prazmowski'schem Princip hergestelltes Objectiv ist das des Heliographen des astrophysikalischen Observatoriums zu Meudon, dessen Leistungen durch die vorzüglichen von Prof. Janssen aufgenommenen Sonnenphotographien bekannt geworden sind.

Steinheil'sche Construction. Herr Dr. A. Steinheil[2]) verlangt von seinem Objectiv, dass der einem parallel zur Axe einfallenden Strahl entsprechende abgelenkte Strahl nicht nur im Brennpunkt sondern auch in der zweiten Hauptebene, also auf seinem ganzen Wege, mit der Lage zusammenfalle, die er nach den Gesetzen der Centralstrahlen einnehmen müsste. Ein- und austretendes Bündel haben also gleiches Tangentenverhältniss und der Brennpunkt ist ein orthoskopisches Centrum im Sinne von Seite 234. Das Objectiv ist somit durch die Gleichungen 1), 2), 4), 10) bestimmt[3]) und reiht sich der äusseren Form nach den Objectiven mit dem sog. Fraunhofertypus an. Die Verwandschaft dieser Objective unter einander wird am Besten durch Zusammenstellung der bestimmenden Gleichungen klar; diese sind nämlich:

7) $\Sigma b = 0$ für die beste Form der Berücksichtigung der sphär. Aberr. ausser der Axe,
5) $\Sigma b - \frac{1}{4} f^2 = 0$ für Herschel,
28) $\Sigma b - \frac{1}{2} f^2 = 0$ für Prazmowski (Fraunhofer?),
10) $\Sigma b - f^2 = 0$ für Steinheil.

Hierzu ist zu bemerken, dass die vermeidliche Unvollkommenheit ausser der Axe, welche, wie oben erwähnt, schon beim Fraunhofer-Objectiv im Bereiche der praktischen Wahrnehmbarkeit liegt, beim Steinheil-Objectiv in noch merk-

[1]) In dem Referate Seite 317 des vorigen Jahrganges dieser Zeitschrift wird zwischen den drei Constructionen von Prazmowski, Klügel und Euler kein Unterschied gemacht. Nach den vorstehenden Mittheilungen müssen diese drei Constructionen als principiell von einander verschieden betrachtet werden, wodurch die Notiz in dem erwähnten Referate eine Berichtigung erfährt. — [2]) A. a. a. Orten Astron. Nachr. No. 2606. Vergl. darüber auch das Ref. in dieser Zeitschrift. 1885. S. 132. — [3]) Das mit Hilfe dieser Gleichungen und den von Steinheil an gen. Ort mitgetheilten opt. Constanten reconstruirte Objectiv hat von den Steinheil'schen Angaben eine nur sehr geringe Verschiedenheit, welche durch die Berücksichtigung der endlichen Dicken und Oeffnungsverhältnisse bedingt ist.

licherem Grade hervortritt. Dass die fünfte der von Steinheil aufgezählten Bedingungen (gleiche Lage des zweiten Hauptpunktes für zwei Farben) sich durch zweckmässige Wahl der Linsendicken bei jeder Objectivconstruction verwirklichen lässt, wurde schon früher hervorgehoben.

Bevor wir den Versuch machen, die Frage nach der zweckmässigsten Bestimmung des Objectivs zu beantworten, haben wir noch zu sehen, in welcher Weise die Dimension des Objectivs hierbei maassgebend sein kann. Es unterliegt zunächst keinem Zweifel, dass ein Objectiv, welches aus einem andern durch proportionale Vergrösserung aller seiner Dimensionen hervorgeht, ebenfalls eine proportionale Vergrösserung der linearen Seitenabweichung im zweiten Brennpunkte aufweist, so dass die angulare Abweichung eine constante ist. In der Praxis aber wird verlangt, dass die angulare Abweichung mit zunehmender Dimension des Objectivs abnehme. Es ist also für grössere Objective eine vollkommenere Correction der Abweichungen im Brennpunkte nothwendig als für kleine. Nun sind bei einem gewöhnlichen, nur den Bedingungen 1), 2), 4) genügenden Objectiv die im Brennpunkte vorhandenen Abweichungen eine Folge der Nichterfüllung von 3) (secundäres Spectrum), der Nichterfüllung von 11) (chromatische Differenz der sphärischen Abweichung) und der Nichterfüllung von 19) (sphärische Abweichung höherer Ordnung). Die linearen Abweichungen der ersten Art wachsen direct proportional mit dem Durchmesser und sind unabhängig von der relativen Oeffnung oder dem Verhältniss von Durchmesser zur Brennweite; der angulare Werth dieser Abweichungen verringert sich also direct proportional mit der Verkleinerung der relativen Oeffnung. Die angularen Abweichungen der zweiten und dritten Art aber wachsen mit der dritten, beziehentlich fünften Potenz der relativen Oeffnung. Sind bei einem Objectiv im Brennpunkt Abweichungen der drei Arten vorhanden, so lässt sich die relative Oeffnung so bestimmen, dass die angulare Abweichung einen vorgeschriebenen Werth nicht überschreitet, und die Anforderung, dass die angulare Abweichung mit zunehmendem Objectivdurchmesser abnehme, bedingt eine Verkleinerung der relativen Oeffnung bei zunehmendem Durchmesser. Ein einfaches allgemein giltiges Gesetz für diese Verkleinerung der relativen Oeffnung bei zunehmendem Durchmesser lässt sich nicht aufstellen, da in verschiedenen Fällen die Antheile der drei Arten von Abweichungen sehr verschiedenartig ins Gewicht fallen. Sollen aber grosse Objective nicht eine unverhältnissmässig lange Brennweite erhalten oder eine Einbusse in der theoretisch durch den linearen Durchmesser bedingten Definitionskraft erleiden, so ist für dieselben eine Berücksichtigung der Bedingungen 3), 11), 19) nothwendig. Beim Doppelobjectiv ist der Bedingung 3) nur durch Auswahl (bezw. Herstellung) der Glasarten Rechnung zu tragen; dagegen können 11) oder 19) durch die Wahl der Radien berücksichtigt werden. Wenn sich die beiden letzteren Bedingungen nicht gleichzeitig erfüllen lassen, so ist 19) die grössere Wichtigkeit zuzuschreiben, da die Nichterfüllung derselben eine Abweichung des hellsten Strahles, die Nichterfüllung von 11) aber bloss Abweichungen der weniger hellen Farben bedingt. Für das Doppelobjectiv kommt hinzu, dass die durch 11) bedingte Form technisch schwer herzustellen ist und gerade sehr grosse Abweichung höherer Ordnung zeigt, wodurch das mit Erfüllung von 11) angestrebte Princip, eine vollkommenere Concentration des Lichtes im Brennpunkte zu erzielen, hinfällig wird.

Es könnte scheinen, dass die Erfüllung der Gleichung 3) (d. i. Reduction des secundären Spectrums) die Miterfüllung von 11) (d. i. Aufhebung der chromatischen Differenz der sphärischen Abweichung) unerlässlich machen sollte, um

den Eindruck eines höheren Grades von Achromasie hervorzubringen; doch ist dem nicht ganz so, und ein Objectiv, welches der Bedingung 3) genügt, kann unbeschadet der Nichterfüllung von 11) den Eindruck einer vollkommeneren Achromasie machen, indem wegen des nahezu geradlinigen Verlaufes der Focalcurve die abirrenden Lichtstrahlen sich ausserhalb des Bildes sehr annähernd zu Weiss ergänzen können, eine Eigenthümlichkeit, die bei den stark gekrümmten Focalcurven der Silicatgläser nicht auftritt.

Was nun die ausser der Axe gelegenen Bildpunkte anbetrifft, so zeigen dieselben ausser den Abweichungen des in der Axe gelegenen Brennpunktes bei einem ohne Rücksicht auf die Erfüllung der Gleichung 7) construirten Objectiv eine weitere mit dem Axenabstand proportional zunehmende Abweichung. Bei grösserem Axenabstand machen sich auch andere mit dem Quadrate dieser Grösse wachsende und nicht corrigirbare Abweichungen bemerkbar. Sieht man von diesen letzteren ab und bedenkt man, dass grosse und kleine Objective annähernd mit gleich starken Ocularen verwendet werden, dass also eine der Vergrösserung des Objectivs entsprechende Verkleinerung des Feldes stattfindet, dass aber der Vergrösserung des Objectivs bei gleichbleibender relativer Oeffnung eine direct proportionale Vergrösserung aller Unvollkommenheiten des Bildes entspricht, so ist ersichtlich, dass bei grossen und kleinen Objectiven gleicher Construction und gleicher relativer Oeffnung die Zunahme der Bildunvollkommenheit in der Brennebene von der Mitte des Feldes nach dem Rande der linearen Ausdehnung nach und für gleiche lineare Axenabstände gleich gross ist. Hieraus folgt, dass die Berücksichtigung der Abweichung ausser der Axe bei grossen und kleinen Objectiven von gleicher Wichtigkeit ist, wenn diese Objective gleiche relative Oeffnung und gleiche lineare Abweichung im Brennpunkte haben würden. Nimmt aber bei grösseren Objectiven die lineare Seitenabweichung im Brennpunkte zu oder nimmt die relative Oeffnung ab, so ist der strengen Berücksichtigung der Abweichung ausser der Axe weniger Wichtigkeit zuzuschreiben als bei kleineren Objectiven.

Vorstehend mitgetheilte Beziehungen, deren strengere Begründung theilweise erst in einem folgenden Aufsatz auf Grundlage eines strengen Maassstabes für die Grösse der Gesammtabweichung ermöglicht wird, können im Allgemeinen bei der Construction eines mehrgliedrigen sowohl als eines zweigliedrigen Objectivs, das zu visuellen Zwecken bestimmt ist, als Richtschnur dienen. Für Objective, welche zu photographischen Zwecken bestimmt sind, ist wegen des ausgedehnteren Feldes die strenge Erfüllung der Gleichung 7) in höherem Grade unerlässlich als beim Fernrohrobjectiv, und wegen der um ein Merkliches erhöhten definirenden Kraft ist eine noch vollkommenere Correction der sphärischen Abweichung für den intensivsten Strahl nothwendig als beim Fernrohrobjectiv für den hellsten Strahl. Dagegen darf der Farbencorrection und der Aufhebung der chromatischen Differenz der sphärischen Abweichung in den meisten Fällen weniger Sorgfalt gewidmet werden, da vom chemisch wirksamsten Strahle aus die Intensität der übrigen Strahlen noch rascher abfällt als vom optisch hellsten Strahle aus die Helligkeit der übrigen Strahlen, ja es scheint, dass bei den beinah als Momentaufnahmen zu betrachtenden Sonnenphotographien der einzige zur Geltung gelangende Theil des Spectrums fast als ein homogenes Band betrachtet werden kann.

Wollte man die möglichst vollkommene Vereinigung des Lichtes im Brennpunkt, also für ein sehr kleines Feld die grösstmögliche Definition erzielen, so müsste

man beim Doppelobjectiv, wo das Nebeneinanderbestehen der Gleichungen 11) und 19) mit keiner der zur Verfügung stehenden Glasarten möglich ist, von der Erfüllung jeder dieser beiden Gleichungen absehen und das Objectiv so bestimmen, dass bei Berücksichtigung der beiden Intensitäten der an der Abbildung theilnehmenden Strahlen die Gesammtabweichung im Brennpunkt einen kleinsten Werth annähme. Die derartig bestimmte Form, welche sich mehr der Schröder'schen als der d'Alembert-Gauss'schen nähert, dürfte nur für Doppelobjective der allergrössten Dimensionen angezeigt sein, während für kleinere Dimensionen einestheils eine so vollkommene Vereinigung des Lichtes im Brennpunkt weniger erforderlich ist, anderntheils die Nichterfüllung von 7), deren Berücksichtigung in jenem Fall unmöglich ist, hier schon eine störende Unvollkommenheit des Bildes ausser der Axe mit sich führen würde.

Nach Allem haben wir für die gewöhnlich vorkommenden Dimensionen als zweckmässigste Form des astronomischen Doppelobjectivs, des zu visuellen Zwecken sowohl als des zu photographischen Zwecken dienenden, die durch die vier Gleichungen 1), 2), 4), 7) bestimmte Form zu betrachten.[1] Bei kleinen Objectiven sind sodann die Gläser so zu wählen, dass eine gleichzeitige Erfüllung von 22) stattfindet, so dass die beiden Linsen zusammengekittet werden können; bei grossen Objectiven jedoch ist durch die Wahl des Glases die weitere Aufhebung der sphärischen Abweichung höherer Ordnung in der Axe zu ermöglichen und das Nebeneinanderbestehen der Gleichungen 1), 2), 4), 7), 19) liegt im Bereiche der Möglichkeit und ist bei grossen Objectiven zu deren Vollkommenheit nothwendig. Die weitere Erfüllung der Gleichung 3) (Aufhebung des secundären Spectrums) hat, nachdem die Glaswahl erfolgt ist, keinen directen Einfluss auf die Berechnung des Doppelobjectivs mehr; doch muss in diesem Falle der Aufhebung der sphärischen Abweichung höherer Ordnung in der Axe eine besondere Sorgfalt gewidmet werden, da eine Nichtberücksichtigung derselben bei den hier unvermeidlichen stärkern Krümmungen für die Abweichung des hellsten Strahles leicht Beträge bedingt, welche die im Brennpunkte streng vereinigte Lichtmenge stärker verringern, als die bessere Farbenvereinigung dieselbe vermehrt, wodurch, unbeschadet des Eindruckes einer vollkommenern Achromasie, keine Erhöhung der definirenden Kraft erzielt würde.

Wegen der häufig vorkommenden Anwendung lassen wir hier die Ausrechnung der vier unbekannten Radien aus den Gleichungen 1), 2), 4), 7) für den Fall der Doppellinse folgen. Zu dem Zweck ist im Anschluss an die gewöhnlich gebräuchliche Ausdrucksweise die Gleichung 2) auf eine andere Form zu bringen. Es wird später gezeigt werden, dass die Erzielung einer möglichst grossen Definition die möglichst vollkommene Correction der dem hellsten Strahl benachbarten Strahlen erfordert und diese wird bei den meisten Glasarten mit einiger Annäherung erzielt, wenn die Strahlen C und F des Spectrums vereinigt sind. Setzt man in Uebereinstimmung mit der Bezeichnungsweise des Catalogs des Jenaer glastechnischen Laboratoriums:

$$\nu = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C},$$

[1]) Verfasser schlug die Gl. 7) im Gegensatz zur Herschel'schen Gl. 5) in der oben citirten Abhandlung 1881 zur Bestimmung des Doppelobjectivs vor, u. z. ohne zunächst die Identität dieser Bestimmungsweise mit der durch den Sinussatz bedingten zu kennen. Letzterer wurde schon 1873 von **Abbe** in **Schultze's Archiv** und unabhängig davon 1875 von **Helmholtz** im Jubelband von **Pogg. Ann.** mitgetheilt.

so wird annähernd eine Vereinigung der Strahlen C und F erzielt, wenn an Stelle von 2 die Gleichung

$$2a) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \Sigma \frac{l}{\nu} = 0$$

gesetzt wird. Im Falle der Doppellinse lautet diese Bedingung:

$$2b) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{-l_2}{l_1} = \frac{\nu_2}{\nu_1}$$

und der Bruch $\frac{\nu_2}{\nu_1}$ wird gewöhnlich das Zerstreuungsverhältniss der beiden Linsensubstanzen genannt. Indem nun zur Ermittlung der vier unbekannten Radien aus den Gleichungen 1), 2b), 4), 7) ein bekanntes Eliminationsverfahren angewandt wird, erhalten wir zur Berechnung astronomischer Fernrohrobjective, welche der bestmöglichen Correction der Abweichung ausser der Axe entsprechen, die nachstehende Formel, welche berechtigt ist, an Stelle der in das Prechtl'sche Lehrbuch übergegangenen Formel zur Berechnung Herschel'scher Objective zu treten.

Es bezeichnet:

n_1, n_2 den Brechungsindex der DLinie der ersten bezw. zweiten Linse,
n'_1, n'_2 den Brechungsindex der CLinie der ersten bezw. zweiten Linse,
n''_1, n''_2 den Brechungsindex der FLinie der ersten bezw. zweiten Linse,
F die Brennweite, die das Doppelobjectiv erhalten soll.

Man rechnet zunächst:

$$m_1 = \frac{n_1}{n_1 - 1}, \qquad m_2 = \frac{n_2}{n_2 - 1},$$
$$\nu_1 = \frac{n_1 - 1}{n_1'' - n_1'}, \qquad \nu_2 = \frac{n_2 - 1}{n_2'' - n_2'}.$$

(Bei Verwendung von Jenaer Glas können auch die beiden Grössen ν_1, ν_2 direct dem Verzeichniss entnommen werden.)

Sodann bestimmt man:[1])

$$\alpha = \left(3 - \frac{2}{m_1}\right)\nu_1, \qquad \mathfrak{a} = \left(2 - \frac{1}{m_1}\right)\nu_1,$$
$$\beta = \left(3 - \frac{2}{m_2}\right)\nu_2, \qquad \mathfrak{b} = \left(2 - \frac{1}{m_2}\right)\nu_2,$$
$$\gamma = (3m_1 - 1)\,\nu_1^2, \qquad \mathfrak{c} = m_1\nu_1^2 - \left(3 - \frac{1}{m_2}\right)\nu_1\nu_2 + m_2\nu_2^2,$$
$$\delta = \left(8 - \frac{4}{m_2}\right)\nu_1\nu_2 - (3m_2 - 1)\,\nu_2^2,$$
$$\varepsilon = m_1^2\nu_1^3 - \left(5 - \frac{2}{m_2}\right)\nu_1^2\nu_2 + (4m_2 - 1)\,\nu_1\nu_2^2 - m_2^2\nu_2^3,$$

ferner:

$$\mathfrak{A} = \mathfrak{a}^2\beta - \mathfrak{b}^2\alpha,$$
$$\mathfrak{B} = 2\mathfrak{a}\mathfrak{c}\beta - \mathfrak{b}^2\gamma + \mathfrak{a}\mathfrak{b}\delta,$$
$$\mathfrak{C} = \mathfrak{c}^2\beta - \mathfrak{b}^2\varepsilon + \mathfrak{b}\mathfrak{c}\delta$$

und endlich:

$$r_1 = \frac{\mathfrak{B} \pm \sqrt{\mathfrak{B}^2 - 4\mathfrak{A}\mathfrak{C}}}{2\mathfrak{A}},$$
$$r_2 = \frac{\mathfrak{a}}{\mathfrak{b}}\,r_1 - \frac{\mathfrak{c}}{\mathfrak{b}}.$$

Alsdann sind die vier Radien des Objectivs bestimmt durch:

[1]) Da das Resultat der nachstehenden Rechnung unverändert bleibt, wenn an Stelle von ν_1, ν_2 gleiche Vielfache dieser Grössen treten, so ist es empfehlenswerth, daselbst an Stelle von ν_1 die Einheit und an Stelle von ν_2 den Zahlenwerth für ν_2/ν_1 einzuführen.

$$R_1 = \frac{\nu_1 - \nu_2}{r_1} F,$$

$$R_2 = \frac{\nu_1 - \nu_2}{r_1 - \nu_1 (m_1 - 1)} F,$$

$$R_3 = \frac{\nu_1 - \nu_2}{r_2} F,$$

$$R_4 = \frac{\nu_1 - \nu_2}{r_2 + \nu_2 (m_2 - 1)} F.$$

Die vorstehende Formel eignet sich in gleicher Weise zur Berechnung von Objectiven mit vorangehender Crownglaslinse wie von Objectiven mit vorangehender Flintglaslinse. Im ersten Fall (Crown vorn) zeigt ein positiver oder negativer Werth eines Radius an, dass die Fläche dem einfallenden Lichte die convexe oder die concave Seite zukehrt; an R_1 und R_2 zeigt also ein positives Vorzeichen an, dass die Linsenfläche nach aussen convex, ein negatives, dass sie nach aussen concav ist; an R_3 und R_4 aber zeigt ein positives Vorzeichen an, dass die Fläche nach aussen concav, ein negatives, dass sie nach aussen convex ist. Im zweiten Falle jedoch (Flint vorn) ist die Bedeutung der Vorzeichen gerade die umgekehrte, da hier die erste Linse, für welche positives Zeichen eingeführt wurde, eine der Gesammtwirkung des Objectivs entgegengesetzte (nämlich dispansive) Wirkung hat.

Zu bemerken ist noch, dass das doppelte Vorzeichen der Quadratwurzel im Ausdruck für r_1 in jedem Falle zu zwei verschiedenen Objectivformen führt, von denen jedoch die eine wegen zu starker Krümmungen keinen grossen praktischen Werth hat.

Die Reihenfolge Crown-Flint bietet vor der umgekehrten den Vorzug längerer Radien; ausserdem wird das gewöhnlich widerstandsfähigere Crownglas die an die äussere Linse stärker herantretenden zerstörenden Einwirkungen besser ertragen als das meist weichere Flintglas. Die Reihenfolge Flint-Crown hat im Allgemeinen nur Berechtigung, wenn der Optiker mit gegebenem Glase arbeiten muss und mit demselben in dieser Reihenfolge der Bedingung 19) eher genügen kann als im umgekehrten Falle.

Das nach der vorstehenden Formel berechnete Objectiv ist, abgesehen davon, dass die sphärische Abweichung statt für den hellsten Strahl für den Strahl D gehoben ist und dass statt der besten Vereinigung der hellsten Strahlen die Vereinigung der Strahlen C und F bewirkt ist, streng genommen nur für eine verschwindend kleine relative Oeffnung und für verschwindend kleine Linsendicken richtig. In einem folgenden Aufsatz werden die Modificationen festgestellt werden, die das Objectiv erleiden muss, um für eine bestimmte relative Oeffnung, für bestimmte Linsendicken und unter Berücksichtigung der verschiedenen Intensitäten der Lichtstrahlen streng richtig zu sein. Dabei sind die durch die willkürliche Festsetzung der Lichtstrahlen, deren Correction mit der obigen Formel bezweckt ist, nothwendigen Abänderungen im Vergleich zu den durch Annahme endlicher Oeffnungen und Dicken bedingten Modificationen ziemlich ohne Belang und bewirken sogar in den meisten Fällen eine theilweise Compensation der letztern. Der leitende Gedanke, der Berechnung des Objectivs drei bestimmte, spectrometrisch leicht zu messende Strahlen zu Grunde zu legen, war jedoch der, dem Rechner, welcher in manchen Fällen bei dem durch die obenstehende Formel bedingten Grade der Annäherung stehen bleiben wird, eine Interpolation für die dem hellsten Strahle entsprechenden Brechungs- und Dispersionsverhältnisse zu ersparen, da erfahrungsgemäss bei solchen Interpolationen leicht Fehler unterlaufen. Namentlich

ist das oft angewandte Verfahren, den Brechungsindex des hellsten Strahles als arithmetisches Mittel oder durch andere lineare Interpolation aus den Brechungsindices zweier anderer Farben abzuleiten, verwerflich, da hierdurch für zwei verschiedene Glasarten zwei verschiedene Farben in die Rechnung eingeführt werden. Ist der Rechner im Besitze von zuverlässigen Brechungs- und Dispersionsverhältnissen für den hellsten Strahl, so wird er ohne Weiteres im Stande sein, auch mit diesen Daten die Rechnung nach der mitgetheilten Formel auszuführen.

Ein optischer Universalapparat.

Von

V. L. Rosenberg in St. Petersburg.

(Aus dem russischen Originalmanuscript übersetzt von B. Kolbe.)

Im Jahre 1877 demonstrirte ich in einer Sitzung der St. Petersburger physikalischen Gesellschaft einen Apparat, der den Gang der Lichtstrahlen sichtbar macht und es gestattet, alle Erscheinungen der elementaren Optik objectiv vorzuführen, weshalb ich das Instrument „optischen Universal-Apparat" nannte. Derselbe hatte in seiner damaligen Gestalt indess noch den Uebelstand, dass die optische Zeichnung auf einer horizontalen Fläche erzeugt wurde, welche die Bodenfläche eines geschwärzten Kastens bildete, der nur an der dem Zuschauer zugewandten Seite offen war. Wegen dieser Anordnung konnte nur eine beschränkte Anzahl von Personen gleichzeitig die Demonstrationen verfolgen. Als Lichtquellen benutzte ich Petroleumlampen oder Kerzen.

Der im Nachstehenden beschriebene Apparat ist nun derart modificirt, dass die optischen Zeichnungen auf einer verticalen Fläche erscheinen, also einem grossen Auditorium gleichzeitig sichtbar sind.[1]) Die Versuche können sowohl mit schwachen Lichtquellen (Lampen, Kerzen) als auch mit Sonnenlicht, elektrischem oder Drummond'schem Kalklichte angestellt werden.

In dem Fusse *A* (Fig. 1 a. f. S.) ist der prismatische Ständer *B* mit Hilfe der Schraube *S* höher und tiefer stellbar. Am Ständer ist das Brett *D* im Schwerpunkte durch ein Kugelgelenk befestigt, also nach allen Seiten drehbar. Die Vorderfläche dieses Brettes ist mit mattem weissen Papier überzogen. Die Metallplatte *C* hat, wie aus der Figur ersichtlich, zwei durch Schieber regulirbare Spalte 1 und 2. Unterhalb derselben sind am Ständer zwei Petroleumlampen (Flachbrenner) angebracht, welche von besonderen Verdunkelungsmänteln umgeben sind (in der Zeichnung fortgelassen); sodass, bei dieser Stellung des Apparates, das Licht nur nach oben, durch den Spalt, fallen kann. Die Ebene der Flamme muss durch den Spalt gehen. — Auf dem Brette *D* ist die

---

[1]) Prof. Latschinow, der meinen Universalapparat 1877 sah, machte zuerst die Bemerkung, dass der Apparat für intensives Licht eingerichtet und die Tafel, auf welcher die Lichtstrahlen projicirt werden, vertical gestellt werden sollte. — Im Jahre 1878 war mein Apparat auf der Pariser Weltausstellung, wo ich denselben dem Professor an der medicinischen Facultät, Gariel, demonstrirte. Auch gab ich ihm eine Broschüre (Nouveaux appareils optiques 1878 St. Petersburg) in welcher ausdrücklich gesagt war, dass bei Anwendung von stärkerem Lichte die Tafel vertical gestellt werden könne. — Nach meiner Beschreibung baute Prof. Gariel für sein Auditorium einen Apparat, den er Drummond'schem Lichte angepasst hatte (S. La Nature, No. 406, 12. Mars 1881). — Mein im Folgenden beschriebener Apparat unterscheidet sich wesentlich von der Gariel'schen Construction, indem auch bei verticaler Stellung der Tafel schwache Lichtquellen, wie Lampen oder Kerzen, genügen und der Tafel jede beliebige Neigung gegeben werden kann.

prismatische Metallschiene *E* parallel zur weissen Fläche angebracht. Längs dieser Schiene können Halter für Cylindergläser, Prismen und Spiegel passend eingestellt und mittels Schrauben fixirt werden. In Fig. 1 ist die Anordnung folgende: Durch einen Spalt (1) fällt Licht auf das Prisma. Ein Theil wird gebrochen, ein Theil geht vorbei zur Cylinder-(Sammel-)Linse und wird in einem Focus vereinigt. Die divergenten Strahlen werden durch die zweite Cylinderlinse wieder parallel gemacht, vom schräg gestellten cylindrischen Hohlspiegel in einem zweiten Brennpunkte vereinigt und schliesslich vom Planspiegel reflectirt. Der Gang der Lichtstrahlen, welche die weisse Fläche streifen, ist scharf begrenzt und daher deutlich sichtbar. Bei Anwendung eines Flintglasprismas erhält man einen intensiven Spectralstreifen, der sich mit Hilfe des Cylinderglases wieder zu einem weissen Streifen vereinigen lässt. Die erste Cylinderlinse sammelt die Lichtstrahlen in einem Punkte, den wir als Ausgangspunkt leuchtender Strahlen ansehen können. Stellen wir eine zweite Linse oder einen Cylinderspiegel in passender Entfernung auf, so erhalten wir ein Bild dieses leuchtenden Punktes und können, durch eine Verschiebung der ersten Linse, den leuchtenden Punkt und sein Bild wandern lassen und auf diese Weise die Linsengesetze oder die Reflexion an Plan-, Hohl- und Convexspiegeln anschaulich vorführen.

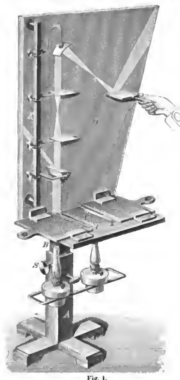


Fig. 1.

In Fig. 2 ist die Erscheinung schematisch dargestellt, welche bei Anwendung einzelner schmaler Lichtstreifen eintritt. Unter der Platte *C* werden jetzt zwei Lampen (durch die dicken Punkte *l*, *l* repräsentirt) aufgestellt und die Spalte 1 und 2 enger eingestellt[1]), sodass von jeder Lampe zwei feine Lichtlinien auf dem weissen Papiere erzeugt werden. Wie aus der Figur ersichtlich, können jetzt die Punkte 1 und 2 unmittelbar als Ausgangspunkte der leuchtenden Strahlen angesehen und ihre Bilder 1′, 2′ an Linsen oder Spiegeln demonstrirt worden.

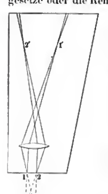


Fig. 2.

Aus Vorstehendem ist ohne Weiteres klar, dass dieser Apparat alle erforderlichen geometrischen Constructionen für Spiegel, Prismen und Linsen liefert; auch sind wir im Stande, mit demselben complicirtere Erscheinungen vorzuführen, wie z. B. den Gang der Lichtstrahlen, bei den Versuchen von Fizeau und Foucault (Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichtes), oder auch im Fernrohr und im Mikroskop, zu zeigen. Bringen wir farbige Glasscheiben vor den Spalt (oder vor die Lampen) so erscheint

[1]) Die Entfernung zwischen beiden Spalten ist bei meinem Apparate ebenfalls verstellbar.

die betreffende Zeichnung farbig. Hierbei muss ich bemerken, dass selbst bei Anwendung von Petroleumlampen als Lichtquellen das Auditorium nicht völlig verdunkelt zu werden braucht.

Fig. 3 zeigt einen Ergänzungsapparat, der aber auch für sich allein benutzt werden kann. Auf einem mit weissem Papier überzogenen Brette *A* ist eine ebenfalls mit weissem Papier überzogene Holzscheibe *B* drehbar befestigt. In der Mitte dieser Scheibe ist ein hohler, geschlossener Halbcylinder aus Glas angebracht, der durch eine kleine verschliessbare Oeffnung mit Wasser gefüllt werden kann. Der Hilfsapparat wird mit seiner, ebenfalls mit einem Spalte versehenen horizontalen Grundplatte *C* auf die Platte *C* des Hauptapparates (Fig. 1) so gesetzt, dass der aus dem Spalte tretende Lichtstrahl die Mitte des Cylinders trifft, dessen Drehungsaxe in der Mitte der Planfläche liegt. Ist die Planfläche dem Strahle zugekehrt, so dient eine Drehung des Halbcylinders mittels des Griffes an der Scheibe zur Demonstration der Brechung des Lichtes beim Uebergang aus Luft in Wasser. Ist dagegen der Cylindermantel dem einfallenden Lichtstrahle zugewandt, so können wir den Uebergang des Lichtes aus Wasser in Luft zeigen oder auch, wie auf der Zeichnung angegeben, die totale innere Reflexion vorführen. Eine Kreistheilung auf der drehbaren Scheibe gestattet auch eine angenäherte Messung aller nöthigen Winkel. Legen wir an die Planfläche einen passenden Planspiegel mit der spiegelnden Fläche nach aussen, indem wir denselben mit einem Gummiringe am Glasgefäss befestigen, so können wir das Reflexionsgesetz demonstriren. Der nicht ganz mit Wasser gefüllte Halbcylinder wirkt, wenn wir ihn drehen, (während die Planfläche unten ist), als Prisma mit veränderlichem Brechungswinkel. — Ohne auf eine nähere Beschreibung aller Einzelheiten des optischen Universalapparates einzugehen, lässt sich aus dem Gesagten erkennen, dass er gestattet, alle Gesetze der elementaren Optik anschaulich zu machen, indem der Gang der Lichtstrahlen unmittelbar sichtbar gemacht wird, was sonst der Lehrer beim Cursus der Optik mühsam an die Tafel zeichnen muss.

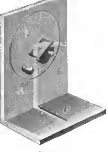


Fig. 3.

Drehen wir das Brett *D* (Fig. 1) in der Verticalebene um einen rechten Winkel und stellen vor den Spalt der Platte *C* ein Skioptikon mit elektrischem oder Drummond'schem Lichte, so können wir alle beschriebenen Versuche mit diesen intensiveren Lichtquellen auch bei Tageslicht in einem nicht verdunkelten Auditorium anstellen. Selbstverständlich ist Sonnenlicht ebenfalls brauchbar.

Dem Brette *D* kann, da es in einem Kugelgelenk drehbar ist, auch eine horizontale Lage gegeben werden. Diese Stellung hat den Vorzug, dass man die Cylinderlinsen, Spiegel und Prismen einfach auf die weisse Fläche stellen kann, wodurch alle Experimente sehr rasch ausgeführt werden können.

Der beschriebene optische Universalapparat wird von der Firma O. Richter in St. Petersburg in drei verschiedenen Grössen geliefert.

St. Petersburg, im Februar 1887.

Referate.

Der magnetische Bifilar-Theodolit.

Von Prof. Dr. H. Wild. *Mém. de l'acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg. 34. 1886.*

Bereits im Jahre 1880 hat Herr Director Wild im *Bulletin der Petersburger Akademie* eine neue Methode zur Bestimmung der Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus mittels des Bifilars angegeben, und im achten Bande des *Repertoriums für Meteorologie* ein provisorisches Instrument beschrieben. In der vorliegenden Abhandlung wird ein nach Angabe des Verfassers von Dr. Edelmann in München ausgeführtes Instrument beschrieben, sowie die Theorie desselben sehr eingehend und klar dargelegt.

Wird in das Schiffchen der Bifilarsuspension nach einander zuerst ein Magnet und dann ein Torsionsstab von gleichem Gewicht eingelegt, so lässt sich jene Lage der Ebene der Bifilarsuspension ermitteln, wo dieselbe mit dem magnetischen Meridian zusammenfällt. Ist diese Lage gefunden und dreht man den Torsionskreis um 90°, so steht die Ebene der Fäden senkrecht gegen den magnetischen Meridian; der eingelegte Magnetstab wird von dieser Lage abweichen, man kann ihn aber durch Drehung am Torsionskreis um einen Winkel z_1 wieder in diese Lage bringen. Für diese Gleichgewichtslage haben wir die Gleichung:

$$1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad M_0' H = D_0 \sin z_1,$$

wobei M_0' das magnetische Moment des Magnetstabes bei 0°, H die Horizontal-Intensität, D_0 das Drehungsmoment der Bifilarsuspension bei 0° und z_1 den besprochenen Winkel bedeutet.

Durch Einlegen eines zweiten gleich schweren Magnetstabes vom magnetischen Moment M_0'' an Stelle des ersteren erhalten wir:

$$2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad M_0'' H = D_0 \sin z_2.$$

Endlich denke man sich noch einen dritten Magnetstab von nahe demselben Gewicht und dem magnetischen Moment m_0 eingelegt, so ist:

$$3) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad m_0 H = D_0' \sin z'.$$

Legt man nunmehr die beiden Magnete M_0' und M_0'' in gleicher Entfernung E_0 auf je eine Seite einer im magnetischen Meridian liegenden Schiene, so dass also die Verlängerung der magnetischen Axe senkrecht steht auf jener des Magnetstabes m_0, und zwar zunächst so, dass ihre Nordpole nach Nord gerichtet sind, die Wirkung der Horizontal-Intensität demnach verstärken, so folgt:

$$4) \quad \ldots\ldots\ldots \quad m_0 H + 2\, m_0 \frac{M_0' + M_0''}{E_0^3} = D_0' \sin z_1',$$

wobei jetzt $z_1' > z'$ sein wird.

Nach Umkehrung der Magnete M_0' und M_0'', wo der Südpol nach Nord gekehrt erscheint:

$$5) \quad \ldots\ldots\ldots \quad m_0 H - 2\, m_0 \frac{M_0' + M_0''}{E_0^3} = D_0' \sin z_2';$$

hier ist $z_2' < z'$.

Durch Subtraction von 4) und 5) erhalten wir:

$$m_0 \frac{M_0' + M_0''}{E_0^3} = \frac{D_0'}{4} (\sin z_1 - \sin z_2'),$$

und wenn durch diese Gleichung 3) dividirt wird:

$$\text{I.} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{H}{M_0' + M_0''} = \frac{4}{E_0^3} \, \frac{\sin z'}{\sin z_1' - \sin z'}.$$

Aus den Gleichungen 1) und 2) folgt aber durch Addition:

$$\text{II.} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (M_0' + M_0'')\, H = D_0\, (\sin z_1 + \sin z_2)$$

und endlich erhalten wir durch Multiplication von I. und II. für die Horizontal-Intensität:

$$H^2 = \frac{4\, D_0}{E_0^2} \; \frac{\sin z' \,(\sin z_1 + \sin z_2)}{\sin z_1' - \sin z_2'},$$

wobei:

$$D_0 = G\, \frac{d_0\, d_0'}{4\, l_0}.$$

G ist das Gewicht des ganzen Bifilarsystems, d_0 und d_0' die obere und untere Distanz der Bifilarfäden und endlich l_0 ihre Länge, Alles auf 0° reducirt.

Zur Bestimmung von H ist deshalb nöthig die Messung von vier Längen, fünf Winkeln und eine Gewichtsbestimmung.

So einfach wie im Vorhergehenden sind jedoch die Formeln nicht, weil die Aenderungen der Declination (wenigstens in manchen Fällen), der Intensität und der Temperatur in Rechnung gebracht werden müssen. Ich habe aber die Theorie nur kurz skizziren wollen, und deshalb vorausgesetzt, dass keine dieser Grössen während der Beobachtung eine Aenderung erlitten habe.

Nach einer detaillirten Beschreibung des ganzen Instrumentes, die noch durch eine beigegebene Zeichnung sehr unterstützt wird, giebt Herr Director Wild genaue Vorschriften für die Justirung und erläutert dieselben durch Zahlen, die sich auf das beschriebene Instrument beziehen. In einem eigenen Capitel wird der Einfluss der Fehler der gemessenen Grössen auf das Endresultat besprochen und gezeigt, dass die zu messenden Grössen wirklich mit jener Sicherheit bestimmt werden können, wie sie die Theorie verlangt.

Die in den ersten Tagen des September 1886 mit dem Bifilar-Theodolithen ausgeführten Messungen der Horizontal-Intensität zeigen gegen den magnetischen Theodolithen des physikalischen Observatoriums nur einen sehr geringen Unterschied; es betrug nämlich:

Bifilar-Theod. — Theod. No. 59 = 0,0006 Gauss. Einh.

Der mittlere Fehler einer absoluten Bestimmung von H ergiebt sich zu ± 0,00016.

Die neue Beobachtungsmethode und das neue Instrument erfüllen also befriedigend ihren Zweck und dürften dies in noch höherem Grade thun, wenn gewisse constructive Verbesserungen angebracht werden, die Verf. speciell anführt. *J. Liznar.*

Stroboskopische Methode zur Vergleichung der Schwingungsdauer zweier Stimmgabeln oder zweier Pendel.

Von G. Lippmann. *Compt. Rend.* ***104.*** *S. 940.*

Die vom Verf. angegebene Methode zur Vergleichung der Schwingungsdauer zweier Stimmgabeln oder zweier Pendel ist im Wesentlichen dieselbe, welche Prof. H. C. Vogel in *Carls Repert. d. Phys.* ***17.*** *S. 337* (vgl. auch diese Zeitschr. 1881, S. 240) veröffentlicht hat. Beide Methoden beruhen darauf, die Phase des zweiten Pendels zu markiren in dem Momente, wo das erste Pendel seine Ruhelage passirt. Bei der Vogel'schen Methode wird dies bekanntlich dadurch bewerkstelligt, dass die Stellung des zweiten Pendels an einer Scale abgelesen wird durch einen Spalt des ersten Pendels hindurch, der jedoch nur einen kurzen Moment beim Durchgange durch die Ruhelage frei ist.

Lippmann, der seine Methode speciell auf Stimmgabeln anwendet, hat folgende Einrichtung geschaffen. Die eine Stimmgabel D, welche mit einem Spiegel versehen ist, wird in einiger Entfernung von einem Spalte A so aufgestellt, dass die vom Spalte kommenden Lichtstrahlen, vom Spiegel reflectirt, durch eine Linse hindurchgehen müssen, wodurch auf einer Scale ein scharfes Bild des Spaltes entsteht. Die zweite Stimmgabel J trägt ebenfalls einen Spiegel, welcher das Licht einer Lichtquelle nur dann auf den Spalt A wirft, wenn die Stimmgabel J ihre Ruhelage passirt. Bei den raschen Schwingungen der Stimmgabel

folgen die einzelnen Belichtungen des Spaltes so schnell auf einander, dass man sie nicht mehr trennen kann, und scheinbar völlig ganz constante Bilder des Spaltes auf der Scale entstehen.

Es lässt sich nun leicht zeigen, dass, im Falle die Doppelschwingungsdauer T von D gleich der einfachen Schwingungsdauer T' von J ist, man auf der Scale nur ein einziges unbewegliches Spaltbild erhält. Wenn $T = n\,T'$ ist, wo n eine ganze Zahl bedeutet, entstehen n unbewegliche Bilder. Ist $^n/_m$ ein kleiner Bruch, und $T = {^n/_m}\,T'$, so erhält man ebenfalls nur n unbewegliche Bilder. Sobald nun das Verhältniss von T zu T' von n oder $^n/_m$ um einen geringen Betrag abweicht, findet eine langsame Verschiebung der Spaltbilder auf der Scale statt, und aus der beobachteten Geschwindigkeit dieser Bewegung erhält man den Betrag der Abweichung mit grosser Genauigkeit.

Am Schlusse seines Aufsatzes hebt Verf. einige Punkte hervor, welche beweisen sollen, dass seine Anordnung vortheilhafter sei als die Vogel'sche. Ohne beide Methoden praktisch neben einander zu versuchen, lässt sich natürlich nur schwer hierüber urtheilen; jedenfalls ist aber die letzte Bemerkung Lippmann's nicht völlig gerechtfertigt. Dieselbe lautet: „Der getheilte Maassstab, auf welchem die Ablesungen gemacht werden, ist beständig sichtbar, während derselbe bei Vogel, ebenso wie das Pendel nur während sehr kurzer Momente erscheint." Dies ist gewiss richtig; aber erstens genügen diese Momente bei der sehr gleichmässigen Aufeinanderfolge der Erscheinungen, um mit völliger Exactheit selbst bei Secundenpendeln die Beobachtung ausführen zu können, und zweitens wird bei der Lippmann'schen Methode, falls dieselbe auf Pendel angewendet wird, das Spaltbild auf der Scale auch nur auf ganz kurze Momente aufleuchten, während andererseits bei der auf Stimmgabeln angewandten Vogel'schen Methode wegen der raschen Aufeinanderfolge der Erscheinungen die Scale ständig sichtbar bleibt.

Referent ist der Ansicht, dass die Vogel'sche Methode entschieden die geeignetere für Pendelbeobachtungen ist, während bei der Vergleichung von Stimmgabeln die Lippmann'sche wohl vorgezogen werden dürfte, wie dies auch schon dadurch wahrscheinlich wird, dass Vogel seine Methode ursprünglich nur auf Pendel angewendet hat, und Lippmann die seinige zunächst nur für Stimmgabeln auseinandersetzt.

Es darf auch nicht unerwähnt bleiben, dass die Lippmann'sche Vorrichtung jedenfalls eine schwierigere Justirung erfordert als die Vogel'sche. *Sch.*

Spannungs-Anzeiger.

Von Stromeyer. *Nature. 35. S. 540.*

Das Instrument, welches zur Messung elastischer Formänderungen von Constructionstheilen bestimmt ist, besteht aus zwei Lamellen von etwa 38 mm Breite und passender Länge, welche durch zwei Spiralfedern aneinander gedrückt werden und so angeordnet sind, dass sie an den Enden einander überragen und in der Längsrichtung sich gegen einander verschieben können. An jedem Ende einer Lamelle ist eine harte Körnerspitze befestigt; eine der Lamellen trägt einen getheilten Halbkreis. Zwei solcher Vorrichtungen werden durch ein Paar Schraubzwingen zusammengehalten, welche auf die Körnerspitzen drücken und dieselben in entgegengesetzter Richtung in den zu untersuchenden Constructionstheil pressen. Zur Sicherung gegen Gleiten giebt man noch einige leichte Hammerschläge auf die Spitzen und zieht die Zwingschrauben dann etwas nach. Hierauf werden zwischen die Lamellen ganz feine mit leichten Zeigern versehene, gehärtete Röllchen aus gezogenem Stahldraht gebracht und die Zeiger auf die Mitten der zugehörigen Halbkreis-Theilungen gestellt. Sobald Zug oder Druck auf das zu untersuchende Stück wirkt, werden die Körnerspitzen von einander entfernt oder genähert, die Lamellen gegen einander verschoben und dadurch das zwischen ihnen liegende Röllchen gedreht. Aus der Zeigerstellung am Gradbogen erkennt man dann die Dimensionsänderung des zwischen den Befestigungsstellen der Körnerspitzen liegenden Stückes. Dabei gewährt die gleichzeitige Anwendung von zwei gleichen Vorrichtungen zu einem Apparat und ihre zum geprüften

Theil symmetrische Anordnung ein Mittel, den Einfluss von gleichzeitigen Biegungen zu eliminiren oder auch die Grösse derselben aus der Differenz der Ausschläge beider Zeiger zu erkennen.

Angewendet wurden bisher Röllchen aus Stahldraht von 0,38 mm Umfang; da der ganze Kreis in 150 Theile getheilt war, so entsprach einer Zeigerverschiebung von einem Theilungsintervall eine Verschiebung der Lamellen um 0,025 mm, wovon noch der zwanzigste Theil geschätzt werden konnte. — Das Instrument ist aus einem anderen viel empfindlicheren, welches auf Bildung von Newton'schen Ringen beruht, für den praktischen Gebrauch jedoch nicht handlich war, hervorgegangen. Sein Werth liegt in der Verwendbarkeit zur fortlaufenden Untersuchung der Spannungen von Constructionstheilen während ihres Gebrauches. *P.*

Galvanometer für Wechselströme.

Von J. A. Flemming. *The Electrician.* ***18.*** *S. 561.*

Das Princip dieses Galvanometers beruht auf der Wechselwirkung eines alternirenden Stromes und der durch denselben in einem nicht magnetischen Leiter inducirten Ströme. — Im Innern einer Galvanometerspule mit horizontaler Axe hängt eine kreisförmige leichte Scheibe aus Kupferfolie derart, dass ihre Ebene in der Ruhelage mit der Spulenaxe einen Winkel von 45° einschliesst; an der Aufhängungsvorrichtung für die Scheibe ist ausserhalb derselben ein Spiegel befestigt. Durchfliesst ein Wechselstrom oder periodisch unterbrochener Gleichstrom die Spule, so wird die Kupferscheibe so abgelenkt, dass sie sich in die Axenrichtung der Spule zu stellen strebt, während ein continuirlicher Strom auf die Stellung der Scheibe ohne Wirkung bleibt. Die Ablenkung der Scheibe findet ihre Erklärung in der durch ihre Selbstinduction bedingten Verschiedenheit der Impulse, welche sie von den in ihr durch den zu messenden Wechselstrom erzeugten Inductionsströmen erfährt. Besässe die Scheibe keine merkliche Selbstinduction, so würde dieselbe beim Schliessen und Oeffnen des Wechselstromes von zwei gleichen und entgegengesetzten Strömen afficirt werden und daher in Ruhe bleiben. Da aber die Selbstinduction der Scheibe dem durch den Schliessungsstrom in ihr inducirten Strom entgegenwirkt, denselben also bei seinem Anwachsen bis zum Maximum verzögert, während dies bei dem durch den Oeffnungsstrom inducirten Strom nicht der Fall ist, sind die Impulse, denen die Scheibe unterworfen ist, zwar entgegengesetzt, aber nicht gleich. Der die Scheibe umkreisende Strom, der durch die Differenz jener Impulse bedingt ist, sucht die Scheibe nunmehr so zu drehen, dass seine Stromrichtung derjenigen in der Galvanometerspule parallel wird. *B.*

Glashähne mit schräger Bohrung.

Von Greiner und Friedrichs. *Zeitschrift f. analyt. Chemie.* ***26.*** *S. 49.*

Es werden Hähne mit schräger Bohrung empfohlen, welche einen sehr sicheren Abschluss gewähren, weil bei einfacher Bohrung der in der Oeffnungsstellung befindliche Hahn erst durch eine Drehung von 360° wieder in diese zurückgeführt wird. Hähne mit zwei schrägen parallelen Bohrungen lassen sich mit Vortheil verwenden, wenn eine Leitung abwechselnd mit zwei anderen in Verbindung gesetzt werden soll. *Wgsch.*

Neu erschienene Bücher.

Landkarten, ihre Herstellung und ihre Fehlergrenzen. Von H. Struve, 79 S. Mit zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen. Berlin, Julius Springer. M. 2,00.

In populärer Weise und anregender Darstellung wird auseinandergesetzt, wie die Punkte der Erdoberfläche kartographisch festgelegt werden. Die Methoden einer Landesvermessung sowie die astronomischen Ortsbestimmungen werden neben Mittheilungen über die dabei benutzten Instrumente ausreichend geschildert. Demnächst werden die bei der Mappirung gebräuchlichen Projectionen, die Anfertigung des Gradnetzes besprochen. Die Fehler der

Landkarten bei der Messung von Weglängen auf Karten finden sachgemässe Würdigung. Die eigentliche Herstellung und Vervielfältigung von Karten ist zwar anschaulich, aber etwas knapp behandelt. Das Buch bildet dem sich interessirenden gebildeten Laien eine anregende Lectüre. *W.*

H. Wild, Erzielung constanter Temperaturen in über- und unterirdischen Gebäuden. St. Petersburg. M. 0,80.

L. Billotti, Teoria degli strumenti ottici con applicazione ai Telescopi ed alla Fotografia celeste. Milano. M. 9,60.

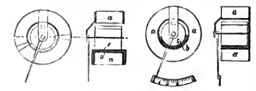
C. Neumann, Die Brillen, das dioptrische Fernrohr und Mikroskop. Handbuch für praktische Optiker. 256 Seiten mit 60 Abbildungen. Wien. M. 4,00.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

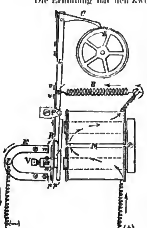
Elektrischer Strom- und Spannungsmesser. Von F. Uppenborn in München. No. 39561 v. 23. Febr. 1886.

Die Höhlung der Spule *a* ist zur Hälfte mit einer dünnen Eisenplatte *b* ausgekleidet, und ebenso ist ein concentrisch in der Spule drehbar gelagerter Cylinder mit einer solchen Belegung *c* versehen, welche aber auf einer Seite etwas über *b* hervorsteht. Diese beiden Eisenbelegungen *b* und *c* werden von dem durch die Spule *a* fliessenden Strom gleichnamig polarisirt und stossen sich in Folge dessen ab, so dass, da *b* festliegt, eine zu *b* parallele Verschiebung von *c*, also eine Drehung des Cylinders und des mit diesem verbundenen Zeigers stattfindet. Die Belegung *b* kann auch ausserhalb der Spule angebracht sein, wobei dann in Folge der ungleichnamigen Polarisirung von *b* und *c* die gegenseitige Anziehung wirken würde. Die Belegungen können zur Verstärkung der Wirkung noch mit Flantschen versehen sein.



Neuerung an selbstthätigen Stromunterbrechern. Von G. Korumüller in Gent, Belgien. No. 39319 vom 14. September 1886.

Die Erfindung hat den Zweck, Elektromagnete mit Selbstunterbrechung zur Umwandlung von elektrischer Energie in mechanische Arbeit dadurch geeignet zu machen, dass die Dauer der Stromschliessungsperiode verlängert wird, während die Contactunterbrechung und der dadurch bedingte Ankerabfall schnell erfolgt. Der Anker *A* des Elektromagneten *M* ist an einem bei *P* drehbaren Hebel *L* angebracht, dessen oberes Ende den in ein Sperrrad *K* fassenden Sperrhaken *C* trägt. Eine durch Schrauben *rr* an *L* befestigte Feder *R* trägt den Anker *a* eines permanenten Magneten *E*, dessen Pol *s* den Contactstift *p* trägt, gegen welchen das im Anker *a* sitzende Contactplättchen *p'* sich anlegt, um den Strom zu schliessen. Ein um Anker *A* befestigter Bügel *O* trägt eine Stellschraube *V*, durch welche die Dauer der Stromunterbrechung bezw. die Grösse der Bewegung des Hebels *L* regulirt werden kann. Wenn die Feder *B* den Hebel *L* zurückzieht, wird der Strom bei *pp'* geschlossen, der Elektromagnet *M* erregt und der Anker *A* angezogen, während der Anker *a* durch den Magneten *E* vorläufig noch festgehalten wird. Erst wenn der Anker *A* soweit angezogen ist, dass der Magnet *E* seinen Anker *a* nicht mehr halten kann, schnellt dieser zurück und unterbricht den Strom.



Apparat zur Erkennung des Kohlensäuregehaltes der Luft. Von A. Wolpert in Nürnberg. No. 39382 vom 5. September 1886.

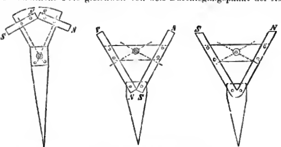
In der im Cylinder *A* eingefüllten, durch die Kohlensäure eine Farbänderung erfahrenden Flüssigkeit, z. B. verdünnter, durch Phenolphtalein roth gefärbter Sodalösung, liegt der Schwimmer *B*. An diesem ist das Capillarröhrchen *c* befestigt, durch welches die Flüssigkeit tropfenweise in den Trichter *D* und durch die Schnur *E* in das Gefäss *F* gelangt.

Bei ganz reiner Luft ist die Schnur der ganzen Länge nach durch die Flüssigkeit roth gefärbt, bei schlechterer Luft ist sie nur in gewisser Tiefe unter dem Trichter roth, im übrigen weiss. Die Grenze zwischen Roth und Weiss rückt um so höher, je mehr Kohlensäure die Luft enthält.

Eine mit dem Apparat verbundene, empirisch festgestellte Scale gestattet, den Kohlensäuregehalt der Luft abzulesen.

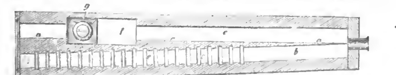
Neuerung an Vertical-Galvanometern. Von G. Hirschmann in Berlin. No. 39025 vom 5. August 1886. (Zusatz-Patent zu No. 35195 vom 18. October 1885.)

Der im Hauptpatent angegebene hufeisenförmige Anker wird jetzt in der Form ausgeführt, dass er aus zwei in einem beliebigen Winkel neben einander stehenden Magnetstäben *NS* gebildet wird, deren ungleichnamige Pole sich gegenüberstehen und die um eine horizontale Axe herum in verschiedenartig ausführbarer, durch die drei Figuren veranschaulichter Weise so angeordnet sind, dass sämmtliche Pole gleichweit von dem Durchlegungspunkt der Axe entfernt sind.



Apparat zum Messen der Farbenstärke von durchsichtigen Körpern. Von J. W. Lovibond in London. No. 39451 vom 2. November 1886.

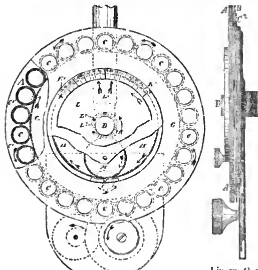
Derselbe besteht aus einem röhrenförmigen Gehäuse, welches durch eine keilförmige Scheidewand *a* in zwei röhrenförmige Theile *b* und *c* getheilt wird, und an dessen einem Ende sich für jede Abtheilung eine Lichteinlassöffnung und am anderen ein Sehloch mit oder ohne Linse befindet, durch welches man durch beide Röhren *b* und *c* gleichzeitig sehen kann. Die



Schlitze *e* der Röhre *b* dienen zum Einsetzen der verschiedenen Farbeneinheiten, die aus gefärbten Gläsern bestehen, und die Oeffnung *f* der Röhre *c* ist zum Einbringen des zu untersuchenden Musters angebracht.

Die Farbenstärke des Musters wird aus der zur Hervorbringung einer gleichen Farbenstärke nothwendigen Anzahl der Farbeneinheiten bestimmt.

Instrument zur Bestimmung von Fehlern in der Strahlenbrechung des Auges. Von A. M. Fournet und W. C. Wood in London. No. 39119 vom 24. März 1886.



Das Instrument besteht im Wesentlichen in der Combination zweier um eine gemeinsame Axe *D* drehbarer Scheiben *A* und *B* mit je einer Serie sphärisch bezw. cylindrisch geschliffener Normal-Prüfungslinsen C^2 und *C*, von welchen letztere mittels des gezahnten Rahmens oder Ringes c^1, der gezahnten Scheibe *G* mit Zahnrad *H* und Drehling *J* um ihre eigene Axe gedreht werden können. Die Scheibe *L*, welche auf einem gezahnten Ring L^2 befestigt ist, der wieder mit dem Ring L^3 verbunden und mit Zahnrad *M* in Eingriff steht, wird mittels des mit letzterem verbundenen Drehlings *J* in Umdrehung versetzt. Dieser Mechanismus in Verbindung mit dem Anzeiger *K'* und dem Pfeile L^4 giebt dem Operateur die Axenstellung des cylindrischen Schliffes der Linsen *O* an. Durch oben angegebene Anordnung der Scheiben *A* und *B*, sowie dadurch, dass beide mit je einer leeren Oeffnung versehen sind, liegt die Möglichkeit vor, sowohl die sphärisch als auch die cylindrisch geschliffenen Linsen jede für sich allein, oder jede der einen Scheibe mit jeder der andern Scheibe combinirt, in Gebrauch zu nehmen.

Für die Werkstatt.

Absprengen von Glasröhren. Zeitschr. f. analyt. Chemie. **25.** S. 530.

Ein Verfahren, Glasröhren gut gerade abzusprengen, giebt E. Beckmann an. Man mache mittels eines Feilstriches an der Trennungsstelle eine Kerbe wie gewöhnlich und wickle dann zu beiden Seiten der letzteren gut angefeuchtete Streifen von Fliesspapier etwa 2 bis 4 cm breit, in der Dicke von 1 bis 2 mm dicht um das Glasrohr, am Besten, indem man passende Streifen Fliesspapier einmal falzt, dieselben auf einem Tisch mit Wasser tränkt, glättet und schliesslich, mit dem Falz der Kerbe zugewendet, so um die Röhre wickelt, dass Falz auf Falz kommt. Erhitzt man nun mittels eines Bunsenbrenners oder besser einer Stichflamme den zwischen den beiden feuchten Wulsten frei bleibenden Raum von 1 bis 2 mm Breite, so springt das Rohr ringsherum glatt ab.

Der Vorzug dieses Verfahrens vor anderen soll in seiner gleichen Verwendbarkeit für Röhren von ganz starkem Glase wie für solche vom schwächsten Reagenzglase, für Bechergläser, Flaschen und Glasglocken bestehen. *P.*

Berichtigung.

Seite 254 dieses Jahrg. Zeile 17 von unten lies: **zu**geschmolzen statt **an**geschmolzen.
" " " " " 13 " " " Sleenbu**ch** statt Sleenba**ch**.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Lange jetzt Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VII. Jahrgang. **October 1887.** Zehntes Heft.

Die Widerstandsschraube, ein neuer Rheostat.

Von

Prof. Dr. **Th. W. Engelmann** in Utrecht.

Die Widerstandsschraube oder der Schraubenrheostat, der im Folgenden beschrieben wird, erlaubt anf sehr kleinem Raume mittels einer einfachen Schraubenbewegung den Widerstand eines elektrischen Stromes zwischen nahezu Null und vielen Tausenden von Ohm continuirlich zu variiren, bezüglich auf jeder zwischenliegenden Höhe constant zu erhalten. Das Princip beruht auf der allgemein bekannten, zu vielfachen Zwecken (Mikrophon, Mikrotasimeter u. a.) verwertheten Thatsache, dass der Widerstand, welchen der Strom beim Uebergang aus einer Kohlenplatte in eine sie berührende zweite erfährt, innerhalb gewisser Grenzen von dem Drucke abhängt, mit welchem die beiden Platten einander berühren. Bei Steigerung des Druckes wird die Zahl der Berührungspunkte vermehrt und so der Widerstand herabgesetzt. Bei Nachlassen des Druckes nimmt, infolge der Elasticität der Kohle, die Zahl der Berührungspunkte wieder ab; der Widerstand wächst.

Während die durch Zusammendrücken von bloss zwei Kohlenplatten zu erzeugenden Widerstandsänderungen im Allgemeinen nur innerhalb enger, für manche Zwecke ungenügender Grenzen continuirlich verlaufen, lassen sich diese Grenzen und gleichzeitig die Feinheit der Regulirung durch Vermehrung der Plattenzahl beliebig erhöhen. Zehn Plättchen sehr gut leitender Batteriekohle von 1 cm Durchmesser und 0,3 bis 0,5 mm Dicke gestatteten beispielsweise continuirliche Widerstandsänderungen zwischen weniger als 0,1 und mehr als 20 Ohm, fünfzig gleiche Plättchen ebensolche Aenderungen bis weit über 200 Ohm u. s. w.

Durch Verwendung von Kohle von verschiedener Leitungsgüte lassen sich die Grenzen der Leistungsfähigkeit weiter modificiren. Nach einem einfachen Verfahren kann man sich aus Graphit- oder Kohlepulver und Gelatine Plättchen von beliebig grossem Widerstand und sehr vollkommener Elasticität selbst verfertigen und so, bei geringer Plattenzahl, die obere Grenze ganz nach Belieben erhöhen. Zehn Plättchen von etwa 0,2 mm Dicke und 1 cm Durchmesser, welche fest zusammengeschraubt einen minimalen Gesammtwiderstand von etwa 20 Ohm hatten, gestatteten beispielsweise continuirliche Abstufung bis auf weit mehr als 20000 Ohm; 10 ähnliche, mehr Gelatine enthaltende erlaubten allmälige Aenderung zwischen einigen Hunderten und mehreren Hunderttausenden Ohm, u. s. w. Die Widerstandsänderungen folgen, wie sich am Telephon, am stromprüfenden Froschschenkel und am Galvanometer zeigen lässt, den Druckänderungen sehr gleichmässig, solange nur die Platten so fest aneinandergedrückt bleiben, dass ihre gegenseitige Lage durch leichte Erschütterungen nicht merklich verändert wird. Unter diesen Umständen erweist sich auch der Widerstand

bei jedem bestimmten Druck als constant, abgesehen natürlich von dem Einfluss der Erwärmung durch den Strom auf das specifische Leitungsvermögen, dem alle Rheostaten unterworfen sind.

Die specielle Art der Ausführung des Schraubenrheostaten hängt zum Theil von dem besonderen Zwecke ab, zu dem der Apparat verwendet werden soll, bleibt aber immer sehr einfach. Dasselbe Modell kann durch blosse Variirung der Kohlenplättchen nach Zahl, Dimensionen und specifischer Leitungsgüte, sehr verschiedenen Zwecken angepasst werden.

Besonderen Nutzen verspricht der Schraubenrheostat auf den Gebieten der elektrischen Beleuchtung, der Elektrophysiologie und Elektropathologie (Diagnostik und Therapie). Auf dem ersteren gestattet er, als Lichtschraube, in ähnlich einfacher, compendiöser Weise wie der Gashahn für Gasflammen, die Lichtstärke einzelner, bezüglich mehrerer in eine Leitung aufgenommener Glühlampen zwischen Null und dem möglichen Maximum beliebig zu variiren. Der Apparat wird zu dem Zwecke direct, an beliebiger Stelle, in die Leitung eingeschaltet.

Für kleinere Glühlampen (bis 4 Kerzen Lichtstärke, 2 bis 5 Volt Spannung), wie sie für die meisten wissenschaftlichen Zwecke (mikroskopische, mikrophotographische, Polarisations-, Spectralbeobachtungen, Ophthalmometermessungen, Beleuchtung von Fadenkreuzen in Fernrohren, künstliche Sterne, u. s. w.), für ärztlichen Bedarf (Kehl-, Ohren-, Augenspiegel u. s. w.), und auch für sehr viele technische Zwecke genügen, reicht das in Fig. 1 in wirklicher Grösse abgebildete kleine Modell I aus. Dasselbe besteht aus einem etwa 15 mm langen, 10 bis 12 mm weiten, 3 bis 4 mm dicken, aussen und innen glatt polirten Röhrchen von Ebonit (event. Serpentin oder Elfenbein), auf das jederseits ein mit Drahtklemme versehener, mehrere Millimeter dicker Messingdeckel aufgeschraubt ist. Einer von diesen ist in der Mitte von einer Schraube durchbohrt, mittels welcher 5 bis 20 oder mehr im Innern des Röhrchens locker übereinandergeschichteter, etwa 0,5 mm dicker Scheibchen sehr gut leitender homogener Batteriekohle gegen einander gepresst werden können. Um Zertrümmerung der Kohle durch die Schraubenspitze zu verhindern, ist zwischen dieser und dem obersten Kohlenscheibchen ein etwa 1 mm dickes Kupfer- oder Neusilberplättchen eingeschaltet. Zur beliebigen Befestigung des Modelles auf dem Arbeitstisch, am Stativ des Mikroskopes, der Lampe u. s. w., dient der mit Schraubengewinde versehene Dorn.

Fig. 1.

Bei Verwendung höherer Spannungen (über 5 Volt) könnte bei Benutzung kleiner Lampen von nur wenigen Ohm Widerstand und auch übrigens sehr geringem Widerstand im Kreise, bei längerem Geschlossenbleiben des Stromes eine merkliche Erhitzung des Rheostaten stattfinden.[1] Es ist deshalb wünschenswerth, nicht mehr Elemente zu verwenden, als zum Erreichen des zulässigen Maximaleffectes der Lampe gerade genügen. Auf diese Weise wird auch das Durchbrennen des Kohlenbügels der Lampe am Sichersten verhütet. Bei den kleinen Lämpchen neuester Construction[2], die beinahe zu allen oben genannten Zwecken ausreichen, bedarf es beispielsweise nur zwei bis höchstens drei mittelgrosser Elemente von Bunsen oder Grove, bezüglich drei bis vier kleiner Grove'scher Elemente, wie sie durch Dubois-Reymond

[1]) Die Erwärmung erreicht in jedem Falle ihr Maximum, wenn der Widerstand im Rheostaten gleich dem übrigen Widerstand im Kreise wird. — [2]) Ich beziehe dieselben ausser von Edison namentlich von Greiner & Friedrichs in Stützerbach, die Lämpchen von allen Dimensionen und Formen, von weissem, farbigem, Milchglas u. s. w. zu liefern bereit sind.

zu physiologischen Zwecken eingeführt sind, bei den allerkleinsten Lämpchen noch weniger. Grosse Zellen sind nur dann angezeigt, wenn dieselbe Batterie gleichzeitig mehrere in Parallelschaltung befindliche Glühlampen speisen soll, deren Lichtstärke man einzeln zu variiren wünscht. Denn nur, wenn der Widerstand der unverzweigten Leitung gegen den der einzelnen Zweigleitungen verschwindet, hat Auf- oder Zudrehen der Lichtschraube in einem Zweige keinen merklichen Einfluss auf die Lichtstärke der anderen Lampen. Selbstverständlich muss in diesem Falle jeder der Zweige eine Lichtschraube enthalten. Für drei Lämpchen von 4 bis 5 Volt genügen schon drei hintereinander verbundene Grove'sche Elemente von 15 cm Höhe, 12 cm Breite, 2,5 cm Tiefe.

Empfehlenswerth kann es sein, den Apparat an eine grössere gutleitende Masse (Stativ der Lampe, des Mikroskopes u. dgl.) anzuschrauben. Am Besten dreht man das Röhrchen direct in diese ein. Eine handliche Einrichtung dieser Art bildet das in Fig. 2 in etwa $^2/_3$ der wirklichen Grösse abgebildete kleine Glühlampenstativ mit Messingfuss, das zunächst zum Gebrauch am Mikroskop construirt wurde, aber sehr allgemeiner Verwendung[1]) fähig ist. Der Strom tritt hier, wie die Pfeile andeuten, in die vom Fuss isolirte Klemme *a* ein, von da zum Deckel der Lichtschraube *R*, durch diese hindurch in den Messingfuss *M* und aus diesem durch das Stativ *S* zum einen Pol der Lampe, während der andere Pol durch einen Draht mit der isolirten Klemme *b* des Fusses verbunden ist, von welcher dann der Strom zur Batterie zurückläuft. Für Glühlampen von mehr als 6 Volt Spannung wird die Anwendung einer grösseren Zahl von Kohlenplättchen und dementsprechend längerer Röhrchen nöthig. Es genügen für Lampen von 10 bis 12 Volts (6 bis 8 Kerzen) Röhren von 50 mm Länge und 10 bis 12 mm Weite, mit einer Füllung von 40 bis 50 Plättchen gutleitender Batteriekohle, für Lampen von 25 bis 30 Volt (10 bis 12 Kerzen) ebensolche Röhren von 80 bis 100 mm mit etwa 100 Plättchen derselben Art. Die längeren Röhren können auch bei den schwächsten Lampen benutzt werden, wenn man die Zahl der Kohlenplättchen entsprechend verringert und an ihrer Statt auf der der Schraube entgegengesetzten Seite Kupfercylinder in die Röhre einlegt. Als allgemeine Vorschrift ist immer zu beachten, dass bei fest angezogener Schraube der Widerstand des Rheostaten im Verhältniss zum übrigen Widerstand des Kreises so klein sei, dass seine Einschaltung keine erhebliche Schwächung der Lichtstärke bewirkt.

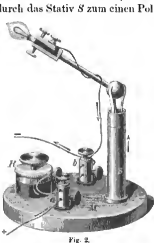


Fig. 2.

Die bei Lampen höherer Spannung unvermeidliche Erwärmung des Rheostaten schliesst die Benutzung von Ebonitröhren aus. Ich lasse für solche Fälle die Lichtschraube in Form von Modell II oder III (Fig. 3 und 4 a. f. S.) anfertigen, die übrigens auch bei den kleinsten Lampen zu benutzen und überhaupt in beliebigen Dimensionen herzustellen sind. Fig. 3 zeigt ein für Lampen bis zu 25 bis 30 Volt genügendes Exemplar von Modell II in zwei Drittel der wirklichen Grösse. Eine

[1]) U. a. als Elektrodenhalter, wo dann statt der Drähte der Glühlampe die Elektroden in den beweglichen Arm eingeschraubt werden.

mit Kohlenplättchen gefüllte Serpentinröhre steckt hier mit ihren beiden Enden lose in je einer auf einer soliden Messingplatte angelötheten Messinghülse. Die Messingplatten, deren eine von der Schraube S durchbohrt ist, sind gegen die kurzen Seitenflächen der rechteckigen Messingplatte M angeschraubt, doch nur eine von ihnen mit dieser und durch sie mit einer Klemmschraube leitend verbunden. Die andere (in der Figur vordere) von M isolirte Klemmschraube ist durch einen kurzen Draht mit der isolirten Platte a verbunden. Auch dies Modell kann wie Modell I in horizontaler und in verticaler Stellung zur Anwendung kommen und frei an beliebiger Stelle der Leitung oder in fester Verbindung mit Lampenstativ, Leuchter, Arbeitstisch u. s. w. angebracht werden. Die im letzteren Falle zur Anpassung etwa erforderlichen kleinen Abänderungen richten sich nach den speciellen Bedingungen, können deshalb hier nicht weiter berücksichtigt werden.

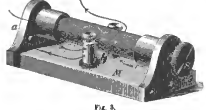


Fig. 3.

Von Modell III zeigt Fig. 4 einen Durchschnitt. Die Kohlenplatten stecken hier in einer, von der Kupferröhre K locker umschlossenen Serpentinröhre S, welche in einer kreisförmigen Vertiefung der messingenen Fussplatte M frei beweglich eingesetzt ist. Die Kupferröhre ist mittels eines Flantsches isolirt auf der Fussplatte M festgeschraubt und durch einen Kupferstreifen mit der gleichfalls von M isolirten Drahtklemme a verbunden. Klemme b ist leitend in M befestigt. In das offene Ende der Röhre K ist der von der Schraube durchbohrte Messingdeckel eingeschraubt.

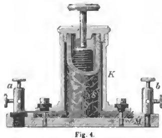


Fig. 4.

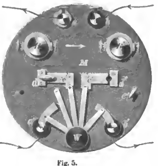
Für die Zwecke der Elektrophysiologie und Elektropathologie können sowohl Modell I wie II und III, alle schon in den kleinsten Dimensionen, benutzt werden.

Zur beliebigen Abstufung des zu verwendenden galvanischen Stromes wird der Schraubenrheostat im Allgemeinen am Passendsten direct in die den menschlichen Körper, bezüglich das thierische oder pflanzliche Object enthaltende Leitung eingeschaltet. Zur Füllung müssen — des grossen Widerstandes der organischen Gewebe wegen — schlechtleitende Kohlenplättchen verwendet werden. Wie oben erwähnt, kann man schon mit 10 Plättchen allmälige Widerstandsänderungen von wenigen Hundert bis zu mehreren Hunderttausenden Ohm erzeugen. Es lassen sich also in jedem Falle auf diesem Wege continuirliche Aenderungen der Stromstärke hervorbringen zwischen Werthen, welche einerseits tief unter der Reizschwelle bleiben, andererseits weit über der zu maximalem Erfolge erforderlichen Höhe liegen.

Mit gewöhnlicher gutleitender Kohle lässt sich derselbe Zweck auch erreichen durch Verwendung der Widerstandsschraube als Nebenschliessung in der Art des Poggendorf-Dubois-Reymond'schen Rheochords. Vortheilhaft ist es hierbei aber, im Interesse noch feinerer und ausgiebigerer Abstufung, namentlich der schwächsten Ströme sowie zur Vermeidung von Erhitzung bei Anwendung sehr hoher elektromotorischer Kräfte, zwischen Rheostat und Batterie ein zweites Exemplar von grösserem Minimalwiderstand (500 Ohm oder mehr) einzuschalten. In dieser Weise ist

der in Fig. 5 in etwa $^2/_3$ der wirklichen Grösse dargestellte **Doppelrheostat** mit Stromwender construirt, welcher auf kleinem Raume ein grosses Rheochord von Dubois-Reymond und eine Widerstandsbank grösster Art ersetzt und zugleich einen Stromwender, sowie eine Reihe von Ausschaltungs- und Umschaltungsvorrichtungen bietet.

In die kreisförmige Messingplatte M sind zwei Schraubenrheostate R und R' (Model I) eingedreht, desgleichen die vier Klemmschrauben a, b, a' und b'. Nur a ist mit M in leitender Verbindung, die anderen durch Ebonit isolirt. Zwei L-förmige Kupferplatten c und c' sind gleichfalls isolirt auf M befestigt, die rechteckigen Kupferklötzchen d und d' dagegen mit M, beim Einsetzen der Metallstopfen, welche sonst in die Löcher e und e' der Messingplatte gesteckt werden, auch mit c bezw. c' leitend verbunden. W ist der isolirt auf M befestigte Stromwender, eine verticale Ebonitaxe, oben mit Kopf versehen, an welcher zwei von einander isolirte Systeme von Neusilberfedern sitzen. Die mit + bezeichneten sind unter sich verbunden (aus einem Stück), ebenso die mit — bezeichneten unter sich. Die kurzen seitlichen Federn + und — schleifen auf zwei von M isolirten, aber mit Klemmschraube a' (+), bezüglich b' (—) verbundenen Metallklötzchen, die langen mittleren (+ und jedesmal eine —) auf den kurzen Armen der Kupferstücke c und c'. Von c und c' führt je ein Kupferdraht nach dem Deckel von R bezüglich R', von R' ausserdem ein Draht nach Klemmschraube b. Klemme a' wird mit dem positiven, b' mit dem negativen Pol der Batterie verbunden, von a und b führen Drähte zum Präparat, bezüglich zum menschlichen Körper.


Fig. 5.

Bei der in der Figur angegebenen Stellung der Federn tritt der Batteriestrom von a' durch die Federn (+) in die Metallplatte c, bei ausgezogenem Stopfen d durch den Draht nach Rheostat R, durch diesen hindurch in M und von hier, bei ausgezogenem Stopfen d', durch den Rheostat R' nach c' und durch die Federn (—) und Klemme b' zur Batterie zurück. Mittels R kann also ein beliebig grosser Widerstand in die Hauptleitung eingeführt werden. Ganz beseitigt wird R durch Einsetzen des Stopfen in d, wo dann der Strom aus c durch d direct in M tritt. Ebenso wird durch Einsetzen des Stopfens in d' der Rheostat R' ausgeschaltet, indem nun der Strom aus M durch d' nach c' geht.

Aus M kann der Strom durch a zum Körper (bez. Präparat) und von da zurück nach der isolirten Klemme b, von wo er durch den nach dem Deckel von R' leitenden Draht in den Hauptkreis zurückläuft. Bei ausgezogenem Stopfen d' theilt sich also der Strom in M in zwei Arme: der eine durch a und den Körper nach b und von hier nach dem Deckel von R', der andere aus M durch die Kohlenplatten von R' gleichfalls nach dem Deckel von diesem. R' bildet also die Nebenschliessung zum Körperkreis und es lässt sich somit durch Auf- oder Zudrehen der Schraube von R' die Stromstärke in letzterem Kreise zwischen sehr weiten Grenzen vergrössern oder verringern. Bei ganz aufgedrehter Schraube R' ist die Leitung durch R' unterbrochen, der Strom geht also ausschliesslich durch den Körper. Wird noch durch Einsetzen des Stopfens in d auch der Rheostat R der Hauptleitung ausgeschaltet, so erhält man das überhaupt erreichbare Maximum der Stromstärke im Versuchskreise. Das absolute Minimum — bezüglich völlige Unterbrechung —

wird gegeben durch Einsetzen des Stopfens in d' bei ausgezogenem Stopfen d und möglichst weit aufgedrehter Schraube R.

Durch Drehen des Knopfes W nach rechts wird in aus der Figur unmittelbar ersichtlicher Weise die Stromrichtung in beiden Rheostaten und somit auch im Versuchskreise umgekehrt. Man kann die beiden Rheostaten auch hintereinander in die alsdann unverzweigte Leitung aufnehmen, indem man, bei ausgezogenen Stopfen d und d', den c' und R' verbindenden Draht entfernt und den einen zum Körper führenden Draht nicht mit Klemme a, sondern mit c' verbindet, bezüglich, falls man auf den Gebrauch des Stromwenders verzichten will, direct zur Batterie führt. Entfernt man bei eingesetztem Stopfen d den R und c verbindenden Draht und schraubt den einen zum Körper führenden Draht statt an a an R, so ist R in den Versuchskreis aufgenommen u. s. w.

Die Füllung von R besteht passend aus etwa 50, continuirliche Widerstandsänderungen zwischen etwa 500 und 100000 Ohm gestattenden Plättchen schlecht leitender, die von R' aus ebenso vielen gut leitender Kohle. Da man mittels R die Stromstärke im Versuchskreise in der Regel bereits zu unwirksamer Höhe herabmässigen kann, ist es nicht nöthig, dass der Widerstand von R' verschwindend klein gemacht werden könne, was durch Verwendung besser leitender Kohle, bezüglich Graphitplatten zu erreichen sein würde. Uebrigens kann, wenn die Umstände dies wünschenswerth machen sollten, die Füllung immer leicht durch eine besser, bezüglich schlechter leitende ersetzt werden.

Die Grösse des jeweiligen Widerstandes von R und R' lässt sich, da eine auf die Dauer genaue Aichung des Apparates wohl kaum ausführbar, nicht ablesen. Da es aber im Allgemeinen nicht auf Kenntniss dieser Werthe, sondern auf die der Stromstärke (strenger der Stromdichte) im Versuchskreise ankommt, hat dies wenig zu sagen. Wo Messungen erforderlich, muss ohnehin ein Strommesser eingeschaltet werden, wie denn auch in der ärztlichen Praxis bereits allgemein üblich und auch in der Elektrophysiologie allgemein gethan werden sollte. Der Strommesser, für ärztliche Zwecke wohl am Besten ein momentan dämpfendes Federgalvanometer nach Kohlrausch für schwache Ströme, kann direct in die den lebenden Theil enthaltende Leitung aufgenommen werden, falls man die in seinen Drähten bei Schliessung und Oeffnung entstehenden Inductionswirkungen nicht zu fürchten hat. Wo dies der Fall, wie bei manchen diagnostischen Zwecken (Unterscheidung „galvanischer“ und „faradischer“ Reizbarkeit) und bei fast allen physiologischen Versuchen über Einwirkung constanter Ströme auf Nerven und Muskeln, bedarf es einer Umschaltungsvorrichtung. Man führt beispielsweise die von a und b kommenden Drähte nach den mittleren Klemmen einer Pohl'schen Wippe ohne Kreuz und verbindet das eine seitliche Klemmenpaar mit den vom Galvanometer, das andere mit den vom Präparat kommenden Drähten. Hierbei misst man zwar nicht die Intensität im Präparat, aber doch die in einer anderen Nebenschliessung zum Rheostat R', welche der Intensität im Versuchskreise ohne Fehler direct proportional gesetzt werden darf, falls der Widerstand von R' sehr klein ist im Verhältniss zu den Widerständen der unverzweigten Leitung, des Galvanometer- und des Versuchskreises. Diesen Bedingungen lässt sich leicht in hinreichender Weise genügen.

Für sehr viele Zwecke bedarf es übrigens einer Messung garnicht. Zum Nachweise der Unwirksamkeit langsam verlaufender positiver und negativer Stromschwankungen von beliebigem Umfange (Ein- und Ausschleichen), zur Demonstration des Pflüger'schen Zuckungsgesetzes, ferner des Dubois-Reymond'schen und des

Pflüger'schen Elektrotonus in ihrer Abhängigkeit von der Stromstärke genügt die einfache Widerstandsschraube, bezüglich der Doppelrheostat, ohne Galvanometer; ebenso zum Compensiren elektromotorischer Kräfte, sobald es nicht auf Messung dieser Kräfte abgesehen ist. Somit dürfte der kleine Apparat in vielen Fällen den complicirten, umfangreichen und kostspieligen, in der Praxis gebräuchlichen Rheostaten vorzuziehen sein, um so mehr, als er sie sämmtlich in Bezug auf Art und Umfang seiner Leistungen in mehrfacher Hinsicht erheblich übertrifft.

Sämmtliche hier beschriebene Vorrichtungen sind in sehr solider Ausführung vom Mechaniker des physiologischen Institutes in Utrecht, D. Kagenaar, zu beziehen.

Ueber die Verwendung des Diamanten in der Präcisions-Mechanik.

Von

Dr. **Hugo Schroeder** in London.

(Schluss.)

Das gewöhnliche Verfahren, den Diamantstichel zum Theilen auf Glas herzustellen, besteht bekanntlich darin, dass man unter einer Anzahl Diamantsplitter einige anscheinend passende unter der Lupe ausliest und dieselben entweder, wenn sie sehr klein sind, mit Hilfe von Schellack oder ähnlichem Kitt in einen Messingstab kittet oder auch, wie oben beschrieben, durch Einlöthen darin befestigt. Gebräuchlich ist nebenher auch noch das allerdings nicht sehr empfehlenswerthe Verfahren, den Splitter in eine Höhlung im Metallstifte durch Einpuntzen zu befestigen, wobei der Splitter leicht zerschlagen werden kann. Durch eine Anzahl Versuche wird dann die beste Lage einer Kante des Splitters ausprobirt, und letzterer in dieser Lage in dem Reisserwerk befestigt. Man kann auf diese Weise auch brauchbare Theilungen, selten freilich sehr schöne, erzeugen, nur darf man nicht verlangen, dass ein solcher Splitter im Stande sein sollte, eine grosse Anzahl von Linien, wie solche für Nobert'sche Testplatten oder Beugungsgitter erforderlich sind, zuverlässig zu liefern. Meist zeigt sich schon nach dem Ziehen von einigen tausend Linien eine nicht unerhebliche Verschlechterung derselben durch Abstumpfung der scharfen Bruchkante des Diamanten, zuweilen schon, wenn er besonders im Anfang tiefe und schwarze Linien schneidet, nach einer verhältnissmässig geringen Anzahl. Ausserdem entstehen kleine Unregelmässigkeiten unter den einzelnen Linien, welche sich dadurch documentiren, dass eine solche feine Theilung, unter einem Mikroskop betrachtet, dessen numerische Apertur nicht völlig zur Lösung ausreicht, das Theilungsband unregelmässig gestreift mit einzelnen kräftig hervortretenden Linien zeigt. Diese einzelnen kräftigen Linien sind aber keineswegs die wirklichen einzelnen Theilstriche, sondern entstehen bei nicht völlig gelösten Linien nur durch das Zusammenfliessen zweier oder gar mehrerer besonders kräftiger Striche.

Man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man dieselbe Theilung durch eine Linse von hohem Auflösungsvermögen betrachtet. Es erscheinen dann alle Linien fast ganz gleichförmig; hat man ausserdem vorher die scheinbare Breite einer solchen besonders hervortretenden Linie mikrometrisch gemessen, so kann man leicht bestimmen, aus wieviel Strichen dieselbe erzeugt wurde. Auch ist man im Stande, bei einer Ortsbestimmung derselben in der betreffenden Gruppe, bei gehöriger Aufmerksamkeit diese äusserst geringe Verschiedenheit auch in der vollständig gelösten Gruppe wiederaufzufinden. Stellt man das Bild der gelösten Gruppe langsam aus

dem Focus, so tritt eine ähnliche Erscheinung wie bei unvollkommener Lösung, jedoch schwächer auf.

Je vollkommener nun der Diamant eine wirkliche Schneide hatte und nicht nur eine Bruchfläche, um so dauerhafter und regelmässiger arbeitet derselbe während des Theilens, und bei absoluter Vollkommenheit der Schneide darf obige Erscheinung unregelmässiger Streifung gar nicht auftreten. Das Band der Theilung muss ungelöst gleichmässig grau erscheinen und, wenn gelöst, die richtige Anzahl der darin vorhandenen Linien zeigen. Eine unregelmässig erscheinende Gruppe ist entschieden als nicht gelöst zu betrachten; daher sollte man bei Prüfungen von Systemen an derartigen Platten immer die Anzahl der wirklich in einer Gruppe vorhandenen Linien kennen und berücksichtigen. Für manche Zwecke ist es erwünscht, auch die Querschnittsform der Theilung zu kennen, vorzüglich wenn Beugungsversuche damit vorgenommen werden sollen. Auf eine unsymmetrische Querschnittsform kann man schon aus dem Umstande schliessen, dass die von einer solchen Platte erzeugten Beugungsspectra an beiden Seiten des Spaltbildes in ungleicher Qualität erscheinen.

Auch für Testplatten ist es keineswegs ganz gleichgiltig, ob die in das Glas vom Diamanten geschnittenen Furchen (Fig. 3) als Querschnittsform ein etwa gleichseitiges oder rechtwinkliges Dreieck repräsentiren wie bei *I* (symmetrisch) oder *II* unsymmetrisch oder wie bei *III* annähernd eine Dreiecksform, jedoch noch mit einer Anzahl secundärer Furchen versehen, weil der theilende Diamant seine Schneide Bruchflächen verdankte. Ferner, ob wie bei *I* und *II* regelmässige Dreiecksfurchen mit ebenen Zwischenräumen abwechseln (gröbere Gruppen der Nobert'schen Theilung) oder wie bei *IV* in den feineren und feinsten Gruppen nur noch der Dreiecksquerschnitt allein vorkommt. Hierzu sei gelegentlich bemerkt, dass die Kanten solcher Dreiecke so zart sind, dass man im Stande ist, durch kräftiges Abwischen einer solchen Theilung mit feinem Leder oder dem Finger in einer gegen den Lauf der Linien senkrechten Richtung die Schönheit der Theilung total zu verderben. Man soll also stets die Regel beobachten, die Theilung nur mit dem Lauf der Linien abzuwischen.

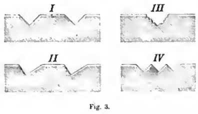


Fig. 3.

Das Mittel, welches Nobert anwandte, um möglichst vollkommene Schneiden herzustellen, bestand darin, dass er rein und glatt spaltende gelbe Brasilianer Diamanten, die schon geschliffen waren, und die ich ihm zuweilen von Hamburg aus zusandte, derart abspaltete, dass eine glatte Spaltfläche mit einer bereits vorhandenen gut polirten Fläche einen Winkel von ungefähr 90° oder auch etwas mehr bildete. Auf diese Weise hat er äusserst glatte und scharfe ziemlich stumpfwinklige Schneiden von etwa 1 mm Länge und darüber hergestellt. Diese Schneiden nun bildeten mit einer anderen bereits vorhandenen oder ebenfalls abgespaltenen kleinen Fläche eine körperliche Ecke, welche eine ähnliche Form und Richtung beim Theilen hatte, wie man sie den Stahlmeisseln für Metalltheilungen zu geben pflegt und die sich von diesen ausser dem Material nur durch die viel stumpferen Winkel der Schneiden unterschieden.

Dass eine solche Diamantschneide äusserst regelmässig wirkt und dauerhaft ist, geht schon zur Genüge aus der Betrachtung von Nobert's Platten hervor,

indem besonders der Anfang jeder Linie so stark ausgesplittert ist, dass es ein Räthsel für jeden nur mit einem Diamantsplitter Theilenden sein müsste, wie es nur möglich sei, dass bei einer verhältnissmässig so rohen Behandlung des Diamanten, bei welcher beim jedesmaligen Aufsetzen desselben auf das Glas ein förmlicher Schlag ausgeübt wurde, dennoch die Linie in wundervoller Klarheit und Reinheit aus diesem Splitterchaos hervortritt. Es liegt indess in der Natur der Sache, dass eine solche Diamantschneide viel genauer orientirt sein muss, um gute Linien zu geben als ein Splitter; deshalb hatten Nobert's Diamanten zu dem Zweck eine feine gehärtete Stahlnadel rechtwinklig durch ihre Fassung getrieben, welche als Index auf einer kleinen Kreistheilung derart eingestellt wurde, wie es vorher für die richtige Stellung des Diamanten ausprobirt und notirt worden war.

Für die Herstellung einer vollkommen tadellosen und den oben näher präcisirten Anforderungen entsprechenden Gittertheilung ist jedoch der Besitz eines derart rationell hergestellten Stichels keineswegs das einzige Erforderniss, vielmehr sind bei seiner Anwendung noch verschiedene Umstände richtig zu beurtheilen und zu berücksichtigen. Wer engliegende Theilungen auf Glas hergestellt hat, zumal solche, bei denen Linien sich kreuzen, wird nicht selten die unangenehme Erfahrung gemacht haben, dass nach bereits vollendeter Arbeit die Striche anfangen auszusplittern. Dieser Fehler wird meist irrthümlicherweise auf eine schlechte Kühlung des Glases geschoben. Eine solche ist freilich, besonders wenn das Glas sehr hart ist, nicht ohne schädlichen Einfluss, jedoch nicht der eigentliche Grund dieser unangenehmen Erscheinung. Dieselbe tritt nämlich auch bei gut gekühltem, spannungsfreien Glase bei engen Theilungen jedesmal dann auf, wenn der Diamant stumpf und zu stark belastet war. Statt die Furchen rein in das Glas zu schneiden, presst er dieselben dann zum Theil nur ein und sobald nun die elastische Nachwirkung des Glases nach geschehener Arbeit sich geltend macht, dehnt sich das zusammengepresste Glas aus, und da es durch den Diamant theilweise eingeschnitten ist, springt es aus.

Ein leicht anzustellender Versuch, der mir von Herrn Wenham mitgetheilt wurde, stellt die Sache leicht klar. Auf einem gut polirten Stück Spiegelglas (das frei von Schrammen ist) vermag man mittels eines fein polirten glasharten Polirstahles, der in einer stumpfen kugelförmigen Spitze endigt, mit mässigem Druck sowohl Schrift wie auch Theilung anzubringen, ohne die polirte Glasfläche selbst zu verletzen. (Eine etwaige ausserdem noch stattfindende Verletzung wird sofort durch die bekannten „Hauchbilder" sichtbar gemacht). An der betreffenden Stelle ist das Glas nur comprimirt und zwar nach Ausgleich der elastischen Nachwirkung dauernd. Man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man eine solche Glasplatte unter ein schwaches Polarisationsmikroskop bringt, in dem man, etwa durch eine Selenit- (Gips)-Platte, das Sehfeld gefärbt hat. Es erscheint dann die Theilung bezw. Schrift durch die Polarisation der zusammengepressten Stelle in der der Spannung des Glases entsprechenden Färbung.

Aus Vorstehendem folgt nun leicht, dass zur Erzeugung einer guten Theilung der Diamant schneiden und nicht drücken soll. Indess kann selbst der best schneidende Diamant drücken, wenn er im Verhältniss zu seiner Schnittfläche überlastet wird. Die Grösse der richtigen Belastung des Diamanten sowohl im Verhältniss der Feinheit der herzustellenden Theilung, wie auch im Verhältniss zur Härte des Glases und der Individualität des Diamanten variirt natürlich sehr, und es dürften deshalb einige Notizen von Nobert selbst von Interesse sein. Auch ist noch ein anderer sehr wichtiger Factor zu beachten, nämlich die Grösse der Geschwindigkeit, mit welcher

der Diamant sich während des Ziehens bewegt, und die Gleichmässigkeit der Kraft, welche dabei angewendet wird. Dies letztere bewirkte schon Nobert durch eine Art Uhrwerk, welches den Diamant bewegte und das allerdings bei jeder Linie, die zu ziehen war, durch die Bewegung der Hand aufgewunden werden musste. Einen Anhalt über die absolute Geschwindigkeit mag es gewähren, dass Nobert zum Ziehen einer Linie einer 30-gruppigen Platte das Uhrwerk so stellte, dass der Diamant den Weg einer Linie in 9 Secunden zurücklegte. Ueber die Belastung ist z. B. zu bemerken, dass bei einem Abstand der Theilstriche von 0,005 Par. Linien ($^1/_{80}$ mm) ein Gewicht von 80 bis 96 Gran (40 bis 50 g[1]) zulässig ist und die Theilung sehr schön wird. Bei einem Abstand dagegen von 0,001 Par. Linien ($^1/_{400}$ mm) geben 40 bis 48 Gran (20 bis 25 g) eine sehr schöne Theilung, dagegen sind 64 Gran (33 g) zulässig bei einer Theilung von 0,002 Par. Linien ($^1/_{200}$ mm). Beim Theilen einer Interferenzplatte jedoch trat bei dieser Linienstärke und der Individualität des Diamanten ein Ausspringen der Linien ein, wenn die Belastung für 0,001 Par. Linien Abstand 40 Gran (20 g) überstieg; die Zeit zum Ziehen einer jeden Linie dieser Interferenzplatten betrug 11 Secunden.

Für ein grosses für Prof. Listing von Nobert angefertigtes Beugungsgitter war die Belastung im Verhältniss zur Feinheit der Theilung folgende:

Bei der Liniendistanz von $^1/_{200}$ Par. Linie ($^1/_{80}$ mm) 84 Gran (43 g) Belastung; bei $^1/_{300}$ Par. Linie ($^1/_{120}$ mm) Distanz 72 Gran (37 g); bei $^1/_{100}$ Par. Linie ($^1/_{40}$ mm) Distanz 96 Gran (49 g); nahm man dagegen bei diesen letzten Linien 112 Gran (58 g), so sprangen die Linien theilweise aus. Man ersieht hieraus, in wie geringe Grenzen der zulässige Druck eingeschlossen ist.

Für ein Tischmikrometer von 0,01 Par. Linien ($^1/_{40}$ mm) Theilung wandte Nobert ausnahmsweise einmal 112 Gran (58 g) an, gewöhnlich nur 80 Gran (41 g). Ausserdem scheint Nobert für grobe Theilungen wie für Ocularmikrometer oder ähnliche den Kunstgriff angewandt zu haben, um breite Linien mit verhältnissmässig geringem Gewicht und ohne Ausspringen zu erhalten, die Schneide des Diamanten an der kleinen Kreistheilung nicht genau parallel mit der Bewegungsrichtung des Reisserwerks zu stellen, sondern unter einem der Vergrösserung der Strichbreite entsprechenden spitzen Winkel, so dass der Querschnitt der Furche (Linie) etwa die Gestalt wie Fig. 4 erhält.



Fig. 4.

In Bezug auf die von Nobert verwendeten Glasplatten mag noch die Mittheilung interessiren, dass er dieselben bei Busch in Rathenow aus Nienofer (?) Glas herstellen liess und die zur Theilung bestimmte Fläche vor dem Theilen auf Pech mit Polirroth, das ich ihm geliefert hatte, nachpolirte. Ferner sei hier noch bemerkt, dass er die Theilung meistens auf dem Objectträger machte, zuweilen aber auch auf dem Deckglase. Ausserdem ist bekannt, dass er diese Gruppen sowohl wie auch die Beugungsgitter mit Hilfe einer Kreistheilmaschine herstellte; es ist aber durchaus irrig zu glauben, die Theilstriche liefen in Folge dessen convergent. Dieselben sind thatsächlich so genau parallel, wie es mechanisch nur immer ausführbar ist. Die Kreistheilung wurde nämlich nur als bequemes Hilfsmittel benutzt, um den Abstand je zweier Striche des Gitters genau gleich der verlangten Grösse machen zu können, die Drehung der Theilscheibe aber geradlinig auf die in Schlittenführung unter dem feststehenden Reisserwerk bewegte Platte übertragen, jedoch nicht durch eine Mikrometerschraube, wie solches gewöhnlich zu geschehen pflegt, sondern bei

[1]) 1 Gran = 51,52 mg.

Beugungsgittern mit Hilfe eines äusserst dünnen Stahlbandes, das sich um einen gegen die Axe der Theilscheibe genau centrirten Stahlcylinder, der an der Drehung theilnahm, aufwickelte; die Fehler einer Mikrometerschraube wurden dadurch vermieden. Dies einfache Princip scheint auch bei anderen Gelegenheiten sehr empfehlenswerth zu sein, da es auf leichte Weise eine fast ganz reibungsfreie Bewegung von äusserster Präcision ermöglicht, zumal in der Art wie Nobert es ausgeführt hat. Zur Theilung der Probeplatten wandte er directe Hebelübertragung von der Kreistheilmaschine auf den Schlitten an. Die Führung des letzteren wurde auf besondere Art bewirkt, nämlich durch einen hochpolirten, glasharten Stahlcylinder, der in zwei Vförmigen Lagern auf zwei Paaren convexgeschliffener und ebenfalls hochpolirter Rubine auflag. Die Bewegung des Cylinders in diesen Lagern war sehr nahe frei von Reibung und äusserst exact.

Den Beschluss der Besprechung von Nobert's Theilungsverfahren möge eine tabellarische Zusammenstellung der Details der Herstellung einer 30-gruppigen Testplatte bilden:

Gruppe	Strichabstand, Tausendtel Par. Linie	Drehung des Theilkreises, Bogensecunden	Belastung, Gran	Gruppe	Strichabstand, Tausendtel Par. Linie	Drehung des Theilkreises, Bogensecunden	Belastung, Gran
30	0,125	20	—	15	0,200	32	6,0
29	0,131	21	—	14	0,212	34	6,5
28	0,134	21,5	—	13	0,225	36	7,0
27	0,137	22	—	12	0,237	38	7,5
26	0,141	22,5	—	11	0,250	40	8,0
25	0,144	23	—	10	0,275	44	9,0
24	0,147	23,5	—	9	0,300	48	10
23	0,150	24	—	8	0,350	56	11
22	0,156	25	—	7	0,400	64	13
21	0,162	26	—	6	0,475	76	17
20	0,169	27	4,8	5	0,550	88	22
19	0,175	28	5,0	4	0,625	100	28
18	0,181	29	5,2	3	0,725	116	34
17	0,187	30	5,5	2	0,850	136	42
16	0,194	31	5,8	1	1,000	160	50

Bei den letzten zehn Gruppen (21 bis 30) wurde gar keine Belastung aufgelegt, die eigene Tendenz des Stichels, beim Ziehen niederzusinken, genügte schon vollständig. Die Länge des kurzen Hebelarmes, welcher den Cylinder bewegte, betrug nahe $^1/_8$, genauer 0,10743 Par. Zoll; der lange Hebelarm wurde durch den Radius des Kreises der Theilmaschine gebildet, an welchem die Tangentenschraube als Mikrometer zum Einstellen wirkte. Auf diese Weise wurde jedoch immer nur ein eeinzelne Gruppe hergestellt; nach Vollendung derselben wurde stets der Theilkreis auf die Anfangsstellung, bei welcher der kurze Hebelarm genau senkrecht zur Verschiebungsrichtung des Cylinders stand, zurückgebracht und darauf ein anderer Theil der Probeplatte durch eine Transportir-Mikrometerschraube, welche an dem Stahlcylinder angebracht war, auf den Diamanten eingestellt. Hierdurch wurde dem Anwachsen des aus der Drehung entstehenden Fehlers (Vertauschung des Sinus mit dem Bogen) bis auf merkliche Grösse vorgebeugt und so nach und nach die 30-gruppige Platte vollendet. Die zum Ziehen einer Linie erforderte Zeit betrug stets 9 Secunden.

Bevor ich in letzter Linie zur Besprechung einer der wichtigsten Anwendungen des Diamanten, nämlich zum Spalten des Glases übergehe, will ich der Vollständigkeit halber nicht zu erwähnen unterlassen, dass man ihn schon seit Langem zur letzten feinen Bearbeitung gehärteter Stahltheile für Präcisionszwecke benutzt hat. Die älteste Nachricht, die ich hierüber finden konnte, ist in der Beschreibung der Herstellung der Kreistheilmaschine von Ramsden enthalten. Derselbe hatte zur Erzeugung der endlosen Schraube seiner grossen Kreistheilmaschine, welche um deswillen sehr genau sein musste, weil sie nicht wie bei neueren Instrumenten dieser Art nur zur Bewegung des Theilkreises, sondern gleichzeitig zur Messung des Betrages der Drehung diente, eine besondere Maschine construirt. Auf dieser arbeitete er die Schraube zunächst in weichem Stahl mit Hilfe eines einzelnen Zahnes vor, und nachdem er sie alsdann gehärtet und blau angelassen hatte, schnitt er sie mit einem Diamanten auf derselben Maschine fertig. Zum Centriren der gehärteten Axen astronomischer Instrumente wurden Diamante bereits von J. G. Repsold, dem Grossvater der jetzigen Geschäftsinhaber, angewandt und zuweilen vollendete auch Adolf Repsold Stahlaxen durch Abdrehen mit dem Diamanten, wobei mit fortschreitender Vollendung der Arbeit die Späne so fein wurden, dass dieselben ähnlich wie Spinneweben in der Luft schwebten; doch soll jetzt das Centriren durch Schleifen vorgezogen werden.

Was nun schliesslich die Verwendung des Diamanten zum Spalten des Glases (mitunter auch, wiewohl uneigentlich „Schneiden" genannt) anlangt, so scheint es mir keineswegs überflüssig, auf verschiedene Punkte aufmerksam zu machen, von deren Beachtung das Gelingen der Operation wesentlich abhängt, die aber, wie ich glaube, durchaus nicht allgemein bekannt sind.

Es findet sich häufig der Irrthum verbreitet, als müsste jeder Diamant ohne Weiteres Glas spalten und ich habe selbst oft genug gesehen, dass ganz unzweckmässige Methoden dabei angewendet werden, indem man z. B. mit einem stumpfen (ausgedienten) Schneiddiamanten mehrere Male in demselben Schnitt hinunterfährt und sich schliesslich wundert, wenn das Stück Glas dennoch schief abspringt. Es ist eine alte Regel beim Glasschneiden, nur einmal den Diamanten über die Glasfläche zu führen, da ein zweites Mal den Spalt nicht erweitert, sondern nur den Stein abstumpft. Jede scharfe Kante des Diamanten kratzt das Glas, aber nur eine gewölbte Schneide, richtig geführt, spaltet dasselbe, wobei die Oberfläche kaum merklich verletzt wird, aber ein tiefer Spalt entsteht, der durch die von ihm verursachte Totalreflexion sofort sichtbar wird. Dieser Spalt lässt sich durch Druck oder leichten Schlag, an der gegenüberliegenden Glasseite ausgeübt, leicht bis zur völligen Trennung weiterführen. Ein gut eingeschnittenes Glas bricht niemals an einer andern Stelle als der des Spaltes.

Man kann es durch Uebung so weit bringen, dass bei Anwendung eines guten Diamanten der Spalt direct so tief dringt, das mehrere Millimeter dickes Glas sofort bis auf den Grund durchschnitten ist. In manchen Zweigen der Technik, so z. B. in der Glasmalerei, wo Laubwerk und ähnliche, von vielfach geschwungenen Linien begrenzte Stücke in Menge auszuschneiden sind, ist ein sehr hoher Grad von Uebung für den Arbeiter unentbehrlich; dieselbe wird dann häufig bis zur wahren Virtuosität gesteigert. So vermag beispielsweise ein gewandter Glasschneider ein Weinglas in Form einer Spirale mit dem Diamant so zu durchschneiden, dass man die Windungen vermöge der Elasticität des Glases wie eine Feder auseinanderziehen kann und dennoch das Weinglas zum Trinkgebrauch benutzbar bleibt, indem diese Spirale in gewöhnlichem Zustande so dicht schliesst, dass kein Tropfen Flüssigkeit durch den Schnitt dringt.

Besonders schwierig ist dickes Glas zu schneiden, das noch die rohe Kruste vom Walzen hat. Mein Lehrer in der Kunst des Glasschneidens, der Glasmaler **Hildebrandt** in Hamburg, zeigte mir als Vorbild des zu Erreichenden folgendes Experiment. Er durchschnitt ein zolldickes Stück Rohglas aus freier Hand in Form einer Wellenlinie und schlug dann gewaltig damit gegen die Kante der Werkbank, die Glasplatte trennte sich glatt und scharf in dieser Wellenlinie!

Früher war die Meinung verbreitet, dass es eine besondere Eigenschaft des **Diamanten** sei, das Glas zu schneiden. Jedoch ist der eigentliche Grund weniger in der grossen Härte des Materiales als vielmehr in der eigenthümlichen Form seiner Krystallkanten zu suchen; dieselben sind nämlich stets **convex** gekrümmt. Schleift man künstlich solche convexe Kanten an andere harte Edelsteine wie Rubin, Saphir u. s. w., von denen keiner diese Eigenthümlichkeit von Natur aus besitzt, so schneiden, dieselben das Glas fast ebenso gut wie der Diamant, nur unterliegen sie schnellerer Abnutzung; ja man vermag sogar mit glashartem Stahl sehr gut Glas zu schneiden, wenn man der starken Abnutzung dadurch entgegenwirkt, dass man die gleitende Reibung in wälzende verwandelt und dem Werkzeuge die Form einer scharfkantigen rotirenden Scheibe giebt. Solche Werkzeuge sind auch vielfach in Gebrauch, der einzige Nachtheil derselben ausser ihrer rascheren Abnutzung liegt darin, dass der erforderliche Druck zum Schneiden von dünnen Glasplatten etwas zu gross ist. Diese schneidenden Stahlscheiben mit dem oben erwähnten Iridiumüberzug versehen, würden wesentlich an Werth gewinnen.

Hinsichtlich der eigentlichen Technik des Glasschneidens ist noch Folgendes zu bemerken. Man kann, wie oben erwähnt, nur mit einer gewölbten Krystallkante des Diamanten Glas schneiden, d. h. **spalten**, alle übrigen scharfen Kanten kratzen nur, schneiden aber nicht. Es kommt daher auf die Art der Fassung eines Schneiddiamanten sehr viel an; ausserdem ist zu beachten, dass selbst der härteste Diamant nicht **absolut** hart, also der Abnutzung unterworfen ist und allmälig stumpf werdend immer grösseren Druck bei der Arbeit erfordert, bis er zuletzt unbrauchbar wird. Hat nun ein solcher unbrauchbar gewordener Stein mehrere gute Krystallkanten, so kann er von geübter Hand aus der Fassung genommen und umgefasst werden, wodurch er von Neuem verwendbar wird.

Es ist ferner irrthümlich, wenn man glaubt, ein jeder Schneiddiamant taugte zum Schneiden von jedem Glase. Man braucht z. B. zum Schneiden von dünnem Glase, Fensterglas u. s. w., meist sogenannte „Stecher", d. h. kleinere Steine mit sehr scharfer Krystallkante, welche beim Schneiden mit senkrecht stehendem Griff geführt werden, während zum Schneiden dicken Glases meist grosse kräftige Steine, welche den anzuwendenden Druck ertragen können, angewendet werden und so gefasst sind, dass der Griff, um leicht stärkeren Druck ausüben zu können, ungefähr unter 60° mit der Glasfläche, also schleppend, geführt wird. Daher tragen diese den Namen „Schlepper".

Ein Unkundiger giebt sich leicht dem Irrthum hin, dass er mit einem guten Diamanten auch sofort schneiden kann, zumal wenn ihm bekannt ist, ob der Diamant ein Stecher oder Schlepper ist, und wenn ihm das nicht so leicht gelingt, so hat seiner Meinung nach der Diamant Schuld. Ich erwarb durch diesen Umstand einst einen herrlichen Schneiddiamanten, den der Eigenthümer für unbrauchbar hielt, mit dem ich aber ein Stück Spiegelglas von mässiger Dicke bis auf **den Grund** durchschneiden konnte, um einen Spottpreis. Wie schon erwähnt, erfordert ein gutes Schneiden grosse Uebung, die aber bei einiger Ausdauer und guter Unterweisung leicht zu erlangen ist.

Es kommt dabei auf folgende Punkte wesentlich an. Nimmt man einen unbekannten Schneiddiamanten zur Hand, so suche man zuerst den Schnitt, d. h. diejenige Richtung, in welcher er unverändert zu führen ist, um zu schneiden. Dies geschieht, indem man den Diamanten mit der Seite der Fassung, an welcher sich die Marke befindet, gegen das Lineal legt und nun, während man den Stein leise zu sich zieht, den Griff etwa von 50 bis 90° in der Neigung gegen die Glasfläche variirt, bis man fühlt, dass er zieht und ein leise zirpendes Geräusch auf dem Glase verursacht, auch gleichzeitig durch Veränderung des Druckes den dem Stein passendsten Druck herausfindet. Nur ein mangelhafter Stein oder nicht richtig in der Fassung justirter würde auch in diesem Fall versagen. Der Stein ist richtig justirt, wenn seine schneidende Krystallkante genau parallel mit der mit der Marke versehenen Gegenlagefläche für das führende Lineal steht. Ausserdem muss der Radius der gewölbten Krystallkante mit der Axe des Griffes zusammen fallen, oder wenn dies nicht präcis der Fall ist, muss derjenige, welcher schneidet, diesen Fehler durch die passende Führung des Diamanten ausgleichen. Man kann in dieser Hinsicht jeden Schneiddiamanten als Individuum betrachten, mit welchem man sich erst einüben muss; daher kommt es auch, dass die Glasergehilfen meistens Eigenthümer ihres Schneiddiamanten sind, mit welchem sie speciell vertraut sind. Für den Liebhaber ist es freilich meist viel leichter, mit einem guten Stahlrädchen schneiden zu lernen als mit einem guten Schneiddiamanten.

Beim Schneiden von Curven muss der Diamant stets so geführt werden, dass die Richtung der Krystallkante in die Tangentenrichtung der Curve fällt; um dies wesentlich zu erleichtern, fertigt man hier in England Schneiddiamanten mit beweglicher Fassung an, welche sich am Curvenlineal selbstthätig in die Tangentenrichtung stellen. Mit einiger Uebung kann man auch mit einem solchen Diamanten sehr gut am geraden Lineal schneiden. Die Steine selbst sind meistens sehr vorzüglich und der Preis (eine Guinea) für die ausgezeichnete Qualität nicht hoch zu nennen.

Der einfachste Fall des Curvenschneidens ist natürlich der Kreis und hierfür hat man Zirkel, in welchen der Diamant gefasst ist; jedoch kann man sich auch dadurch helfen, dass man den gewöhnlichen Diamanten provisorisch in ein Stück Holz steckt, durch das man zur Führung einen Stift dem Radius entsprechend geschlagen hat. Hat man eine grosse Anzahl kreisförmiger Scheiben auszuschneiden, wie z. B. für die Herstellung der Glasplatten für die Laterna magica u. s. w., so wendet man eine Vorrichtung an, in welcher die Glasplatten auf eine Tuchunterlage gelegt und der Diamant durch eine Kurbel bewegt wird.

Ausser den beiden gebräuchlichsten Arten der Fassungen der Schneiddiamanten als Stecher und Schlepper werden dieselben noch in eine einem Hobel nicht unähnliche Fassung gebracht, welche auch den Namen „Hobel“ trägt, aber nicht sehr beliebt ist.

Für das Schneiden ausnahmsweise dünner Platten, z. B. schwacher Deckgläser, wie es der Physiker häufig auszuführen hat, ist das beste Verfahren folgendes: Vorausgesetzt, dass das zu schneidende Glas nur Bruchtheile eines Millimeters dick und annähernd plan ist, legt man es auf eine dicke mattgeschliffene Glasplatte, welche man vorher mit reinem Wasser übergossen hat und führt nun den Schnitt mit einem sehr scharfen (leicht ansprechenden) kleinen Diamanten, sogenannten Stecher aus, ohne mehr zu drücken, als grade nöthig ist, indem man mit der linken Hand das dünne Glas am Verschieben hindert. Die Wasserschicht auf dem matten Glase bildet ein alle Zwischenräume ausfüllendes Kissen, welches

das dünne Glas vor dem Zerbrechen beim Schneiden schützt. Hat man sehr dünnes (einige Zehntel Millimeter dickes) Glas zu schneiden, so ist selbst der schwächste Druck eines „Stechers" noch zu stark und man benutzt dann am Besten einen sehr scharfen Diamantsplitter, der, richtig geführt, so lange er seine grosse Schärfe behält, sehr gute Dienste leistet.

Bei den Mikroskopdeckgläsern, welche meist kleine Theile sehr grosser Kugeln sind, ist noch besonders darauf zu achten, dass man die convexe Seite auf die Unterlage legt und von der concaven Seite aus schneidet.

Keilphotometer mit Typendruck-Apparat.

Von

Dir. E. v. Gothard in Herény (Ungarn).

Unter allen Instrumenten, welche für Helligkeitsbestimmungen der Sterne dienen, nimmt, was die Bequemlichkeit und die leichte Handhabung anlangt, das Keilphotometer den ersten Rang ein. Den Hauptbestandtheil des Apparates bildet ein Keil aus Rauchglas, der an irgend einer passenden Stelle zwischen dem Auge und dem Ocular eines Fernrohres beweglich angebracht wird (die Zusammenstellung von Prof. Pritchard) oder in die gemeinschaftliche Brennebene des Objectives und des Oculars verlegt wird (Potsdamer Apparat). Bei dem Beobachten wird der Keil so lange verschoben, bis der Stern eben verschwindet; in dieser Stellung wird die Theilung, mit welcher der Keil in Verbindung steht, abgelesen, und die Helligkeit des Sternes aus dieser Ablesung abgeleitet.

Es ist auf den ersten Blick einleuchtend, dass die Empfindlichkeit des Auges bei diesen Beobachtungen eine grosse Rolle spielt. Dr. J. Wilsing[1]) hat durch Versuche nachgewiesen, dass die Empfindlichkeit im Beginne der Messungen rasch zunimmt, aber niemals einen constanten Werth erreicht. Dieser Uebelstand liegt, wie ich glaube, zum grossen Theil an den ungünstigen äusseren Umständen, mit denen gewöhnlich die Beobachtung mit diesem Instrumente verknüpft ist. Es ist sehr natürlich, dass die Pupille bei dem Einstellen eine grosse Ausdehnung erleidet; das Auge strebt, auch die geringsten Spuren des Sternlichtes aufzufangen; wenn aber einmal eingestellt ist, muss man mit der Blendlaterne die Theilung beleuchten und die Ablesung bei immer etwas grellem Lichte notiren. Der beständige Lichtwechsel ermüdet die Augen bald und beeinflusst begreiflicher Weise die Genauigkeit der Resultate in hohem Grade. Man sucht zwar eine Abhilfe in der Weise, dass man mit dem linken Auge abliest und das rechte, mit welchem man beobachtet, bei der Ablesung schliesst, indess wird auch hierbei beiden Augen Zwang angethan und schon aus diesem Grunde erscheint das Mittel bedenklich, ganz abgesehen davon, dass mancher Beobachter überhaupt nicht im Stande ist, die Arbeit in dieser Weise auf beide Augen zu vertheilen. Als ich meinen Apparat im Jahre 1885 zu bauen im Begriffe war, fühlte ich diesen Uebelstand schon bei den ersten Versuchen und entschloss mich daher, das Photometer mit einem Typendruck-Registrirapparat nach dem Vorbilde der Repsold'schen Anordnung beim Mikrometer zu versehen. Da diese Anordnung meinen Erwartungen entsprochen und in der Praxis sich bewährt hat, gebe ich im Folgenden eine Beschreibung derselben

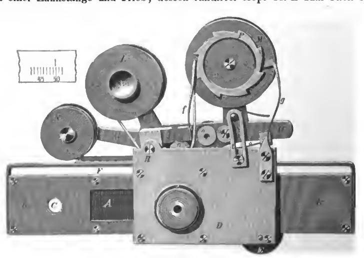
---

[1]) Astronomische Nachrichten. No. 2681.

mit der Bemerkung, dass der Apparat nach eigener Construction in den Werkstätten meiner Sternwarte ausgeführt wurde.

Die beistehende Figur zeigt die perspectivische Ansicht desselben nach einer Photographie. Der 110 mm lange Keil *A* von einer Breite von 22 mm wurde aus möglichst neutral gefärbtem Rauchglase von Steinheil in München geschliffen; um die Ablenkung der Strahlen zu beseitigen, ist ein gleicher Keil aus weissem Glase auf ihm mit Canadabalsam aufgekittet, so dass beide zusammen einen planparallelen Streifen bilden.

Der Keil ist zwischen drei Messingplatten gefasst; die mittlere dient nur als Rahmen, die beiden anderen, von welchen die eine sichtbar ist, *B*, dienen als Deckplatten. Ausser der Oeffnung für den Keil besitzen die Platten noch eine Bohrung *C*, um durch die Fassung ohne absorbirende Medien durchsehen zu können, was die Einstellung des Sternes — besonders bei schwächeren Objecten — sehr erleichtert. Die Fassung des Keiles ist zwischen zwei entsprechenden Messingplatten *D* mit einer Zahnstange und Trieb, dessen randirter Kopf bei *E* zum Theil sichtbar ist, verschiebbar. Beide Platten haben angeschraubte und mit Gewinde versehene Ringe, um den Apparat auf dem Ocular-Auszuge eines Fernrohres befestigen zu können und zwar entweder in der Weise, dass das Ocular auf der oberen Platte angebracht wird, wie in der Zeichnung, so dass der Keil in der gemeinschaftlichen Brennebene des Fernrohrobjectives und des Oculares sich befindet, oder auch so, dass das Ocular in die hintere Platte geschraubt und mit ihm der ganze Apparat auf dem Fernrohr befestigt wird, in welchem Falle der Keil zwischen Auge und Ocular kommt. Die Genauigkeit der Messung zu erhöhen, muss man in beiden Fällen in die Brennebene des Oculares einen aus zwei Messingstreifen gebildeten engen Spalt, dessen Richtung mit der täglichen Bewegung der Sterne parallel gestellt wird, anbringen, in welchen man die zu beobachtenden Sterne einstellt.



Mit der Fassung des Keiles ist die Theilung *F* in Verbindung. Um das Abdrucken der Einstellung bewerkstelligen zu können, sind die Theilstriche und Ziffern nicht eingravirt, sondern erhaben hergestellt. Hierbei kam ich in ziemliche Ver-

legenheit, denn das Ganze erhaben stechen oder auch einzelne Ziffern einsetzen zu lassen, wäre mit Rücksicht auf den exorbitanten Kostenpunkt nicht wohl angängig gewesen. Die Lösung der Aufgabe wurde aber nach einigen vergeblichen Versuchen mit Galvanoplastik u. s. w. bald in dem photochemischen Zinkätzverfahren, dessen man sich zur Herstellung von Clichés mit bestem Erfolge bedient, gefunden. Ich zeichnete eine Theilung von 2 zu 2 mm mit entsprechender Ziffrirung, liess sie auf die Hälfte verkleinern und aus Zink ätzen, und erhielt auf diese einfache Weise die erforderliche Theilung mit erhabenen Strichen und Ziffern in grösster Präcision und Sauberkeit zu einem ausserordentlich niedrigen Preise. Der Zinkstreifen wurde auf einem Messing-Bügel aufgelöthet und mit der Fassung des Keiles in feste Verbindung gebracht.

Der Druckapparat selbst ist im Wesentlichen eine Nachbildung der Repsold'schen Construction, natürlich mit entsprechender Anpassung an den vorliegenden Zweck. Der Hebel *GG* trägt drei Rollen für das Papier und dient zugleich als Druckhebel. Er ist bei *H* mittels eines in dem starken Messingstücke *J* eingeschliffenen conischen Zapfens in der oberen Platte *D* des Gehäuses drehbar gelagert, so dass der Hebel *G* um 25 mm hinter der vorderen Ebene der Platte *D* sich befindet. *J* ist an dem Hebel *G* festgeschraubt und trägt zugleich den Druckklotz *n* aus Buchsbaumholz; dieser ist nicht festgeschraubt, sondern nur lose gehalten und oben bogenförmig gestaltet, dass er sich der Theilung ganz anschmiegen kann. Das Vorrathpapier — gewöhnliches Telegraphenpapier — ist auf der Rolle *L* aufgewickelt und läuft unter dem Zapfen *H* und dem Druckklotz *n* zu der zweiten Rolle *M*, auf welcher es automatisch aufgewickelt wird. Die Rolle *L* hat nur einen möglichst kleinen cylindrischen Kern, um viel Papier aufnehmen zu können, *M* wird dagegen durch ein Messingrohr von 40 mm Durchmesser gebildet, damit bei jedem Hub ein recht langes Stück Papier durchgezogen wird. *N* enthält Blaudruckpapier, wie es in kleinen Röllchen im Handel zu bekommen ist; dasselbe wird zwischen der Theilung und dem Papierstreifen durch die beiden Leder-Röllchen *oo* mit der Hand von Zeit zu Zeit durchgezogen, um nach jedem fünften oder sechsten Druck eine neue Stelle in Anwendung zu bringen.

Die Functionirung des Druckapparates ist die folgende. Nachdem die Einstellung gemacht ist, wird *G* niedergedrückt, dadurch der Papierstreifen an die Theilung gepresst und der Index und etwa 10 bis 12 Theilstriche mit den Ziffern abgedruckt, wie dies in der Nebenfigur zu sehen ist. Das Ablesen zu erleichtern, ist die Ziffrirung von 5 zu 5 mm angebracht. Die Fortbewegung des Papierstreifens geschieht durch den verzahnten Ring *P*, welcher auf der Rolle *M* aufgelöthet ist; er wird durch die Feder *f* beim Niederdrücken festgehalten, weil diese auf dem Messingstück *J* verschraubt ist und sich daher mit dem Hebel mitbewegt. Die Feder *g*, die auf der oberen Platte des Gehäuses befestigt ist, schnappt in die nächste Zahnlücke ein und wenn der Druck aufhört zu wirken, wird beim Heben des Hebels durch die nur theilweise sichtbare Feder *s* die Rolle *M* um $^1/_8$ Umgang weiter gedreht, daher der Papierstreifen um ein Stück von etwa 15 bis 20 mm Länge fortgezogen. Ein geschlitzter, verstellbarer Messingstreifen *t* dient zur Regulirung des Hubes. Der Apparat functionirt sehr verlässlich; man darf nur nicht vergessen, das Blaudruckpapier, welches stark abgenutzt wird, oft weiter zu ziehen. Eine automatische Bewegung für diesen Zweck hätte aber den Apparat etwas complicirt gemacht.

Ueber die Pendeluhr Galilei's.

Von
Dr. **W. C. L. van Schaik** in Rotterdam.

Als ich vor wenigen Jahren van Swinden's Abhandlung über den Erfinder der Pendeluhr[1]) las, fiel meine Aufmerksamkeit auf die Beschreibung einer von Ga-

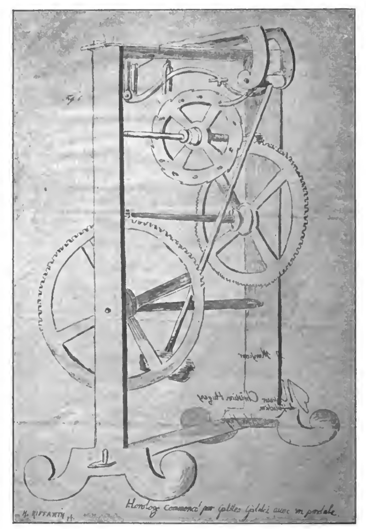


Fig. 1.

lilei entworfenen Uhr, von welcher eine Skizze an Huyghens geschickt worden war. Von dieser rohen Zeichnung, welche sich unter den *Mss. Hugeniana* zu Leyden be-

[1]) Ber. der niederländischen Königl. Akademie der Wissenschaften, 1814.

findet, ist in der genannten Abhandlung ein genaues Facsimile (Kupferstich) veröffentlicht, von der unsere Figur 1 eine auf photochemischem Wege hergestellte Reproduction in der halben Grösse des Originales zeigt. Die Zeichnung trägt die Unterschrift: *„Horologe commencé par Galileo Galilei avec un pendule“*.

Van Swinden versichert die Echtheit dieser Zeichnung, und sagt über die Weise, in welcher darauf das Pendel mit dem Räderwerk in Verbindung steht, Folgendes:[1])

„Das Pendel besteht aus einem cylindrischen Draht, woran vielleicht ein schweres Gewicht befestigt ist. Das Pendel bewegt sich am oberen Theil um eine Axe.

„Am oberen Theil des Pendels befindet sich ein Hebel, welcher die an der Seite des oberen Rades eingefügten Stiftchen aufzuheben oder niederzudrücken vermag. In der Peripherie dieses Rades giebt es ebensoviele Einschnitte als Zähne.

„Weiter ist über dem Rade noch ein zweiter Hebel angehängt, welcher vielleicht wie eine Feder gegen die Axe des Pendels oder gegen dessen Draht drückt, und dessen Querstift, wenn niedergedrückt, die Zähne des Rades fassen kann.[2])

„In der Zeichnung ist weder eine Federtrommel noch eine Scheibe für ein Gewicht, noch ein Gewicht angedeutet, wodurch die Bewegung der Räder fortdauern würde. Nichtsdestoweniger verdient der hintere Theil der Axe des oberen Rades einige Beachtung, weil er mehr oder weniger wie eine Schraube gearbeitet, oder mit einem Draht umwickelt scheint. Weil dies in der Originalfigur sogleich meine Aufmerksamkeit rege machte, sorgte ich dafür, dass im Facsimile ganz besonders darauf geachtet wurde.

„Dies ist die Erklärung der Zeichnung. Was nun die Wirkung betrifft, so begreife ich wohl, wie der Hebel des schwingenden Pendels ein Stiftchen des Rades hebt oder niederdrückt, und dadurch das Rad in Bewegung setzt; allein ich sehe nicht, wie beim Zurückgehen des Pendels ein anderes Stiftchen gefasst wird, und namentlich nicht, wie, wenn man auch annimmt, das Rad werde durch ein Gewicht getrieben, hier dasjenige geschieht, welches man braucht, um dem Pendel die Geschwindigkeit wiederzugeben, die es bei jeder Schwingung verliert, und worauf es doch vor allem ankommt.“

Weiter drückt van Swinden den Wunsch aus, dass Andere dieses bis dahin unbekannte Document, welches ihm ein wichtiger Beitrag zur Geschichte der Pendeluhr scheint, mit Aufmerksamkeit untersuchen möchten. Ihm scheint es aber, dass Frisi ganz Recht habe mit der Behauptung, dass Galilei nichts erfunden habe, was mit Huyghens' Erfindung verglichen werden könne, und dass das Instrument vom Jahre 1649 nur eine rohe Skizze sei (*„un poco d'abbozzo“*).

Durch die nachfolgende kurze Darlegung hoffe ich dem von van Swinden geäusserten Wunsche entgegenzukommen.

Beim ersten Blick wurde mir sofort deutlich, dass van Swinden sich in der Beschreibung des Instrumentes, wie sie sich aus der Zeichnung ergiebt, sehr geirrt hat. Er betrachtet nämlich den Theil, welcher sich über dem Rade von N nach q (Fig. 2) befindet, als einen einzigen Hebel, und dann ist es wahrlich nicht zu begreifen, wozu der Stab pq dienen sollte.

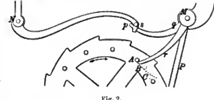


Fig. 2.

Dies leuchtete mir aber sofort ein, wenn man in Nq zwei gesonderte Hebel Ns und sq sieht, wovon Ns sich um die Axe N dreht, indem pq auf der Axe M des Pendels P

[1]) Ebendas. §§ 43 und 44. — [2]) Dieser Absatz ist besonders zu beachten.

befestigt ist. Dann wird pq den Hebel Ns aufheben, sodass der Querstift s oder auch vielleicht das untere hakenförmige Ende des Hebels Ns das Rad freilässt.

Nehmen wir an, das Pendel bewege sich nach rechts. Der Stift, welcher in A durch den Hebel r zurückgehalten wird, wird nun zugleich von der bewegenden Kraft des Rades nach rechts gedreht, und wirkt beschleunigend auf das Pendel. Bei C falle jener Stift vom Hebel r ab, sodass er von A bis C dem Pendel einen Antrieb giebt. Das Rad wird nun festgehalten durch den Querstift oder Zahn s, welcher bei dieser Bewegung sank und einen Zahn des Rades ergriffen hat.

Das Pendel wird nun noch weiter nach rechts schwingen und dann zurückkehren; bei dieser Bewegung nach links wird der Hebel pq zunächst den Stift s aufheben, sodass das Rad freikommt. Ein folgender Stift des Rades fällt nun etwa in B gegen den Hebel r, welcher bei dieser Bewegung des Pendels noch bis A zurückgeht und dabei das Rad wieder um einen entsprechenden Winkel zurückdrückt. Also haben wir mit einem Widerstand von B bis A, und einer beschleunigenden Kraft von A bis C zu thun, sodass das Pendel in Bewegung bleiben kann, wenn $AC > AB$.

Wie ersichtlich, ist das Echappement von B bis A zurückwirkend, im Uebrigen aber hat die bewegende Kraft, wenn das Pendel sich auf der rechten Seite befindet, keinen Einfluss auf das letztere, also ist das Echappement zum Theil ein freies.

Hiermit ist die Theorie dieser Hemmung angedeutet. Im Widerspruch mit der Meinung van Swinden's erklären wir also aus der Zeichnung ganz deutlich eine wirkliche Pendeluhr, bei der das Pendel fortwährend in Schwingung gehalten wird. Die Schnur des treibenden Gewichtes ist dabei auf der Axe des untersten Zahnrades aufgewickelt zu denken und in der Originalzeichnung wohl nur als selbstverständlich weggelassen worden; das schraubenartige Aussehen des hinteren Theiles der Steigradaxe ist jedenfalls nur zufällig und unwesentlich.

Um meine Ueberzeugung zu controliren, construirte ich vor einiger Zeit ein Modell, welches, obgleich roh gearbeitet, sehr regelmässig und mit geringer Triebkraft geht, und sehr wenig zurückwirkend ist. Die Figur 3 giebt hiervon die Dimensionen in $^2/_3$ der wahren Grösse; die Länge des isochronen einfachen Pendels beträgt ungefähr $21^1/_2$ cm. Die Buchstaben haben darin die gleiche Bedeutung wie bei Fig. 2.

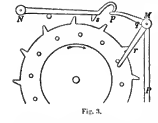


Fig. 3.

Meiner Meinung nach war es bisher nicht bewiesen, dass Galilei ein wirkliches Echappement erfunden hat und van Swinden fand es, wie man sieht, sogar unwahrscheinlich.

Nachdem ich die eben entwickelte Erklärung gefunden hatte, wurde mir mitgetheilt, dass eine Zeichnung einer derartigen Vorrichtung in dem jetzt von Prof. Pfaundler herausgegebenen Lehrbuche der Physik von Müller-Pouillet vorkomme; man findet in Art. 72 der 9. Auflage jenes Werkes eine Skizze einer Pendeluhr, welche im Wesentlichen mit der in van Swinden's Abhandlung abgebildeten übereinstimmt, nur sieht man, wie ich eben die Zeichnung erläutert hatte, den Hebel Nq in zwei Hebel getheilt.

Meine Auffassung wurde hier also bestätigt, und es schien mir nunmehr überflüssig, mich weiter mit dieser Sache zu beschäftigen, weil ich glaubte, ein Anderer habe vielleicht schon die Zeichnung auf gleiche Weise erläutert wie ich; mich

interessirte aber nun die Herkunft der Zeichnung in genanntem Lehrbuche. Man findet das Original, wie mir Prof. Pfaundler gütigst mittheilte, unter den Manuscripten Galilei's in der Bibliotheca Palatina in Florenz. Daselbst befindet sich auch ein Brief von Viviani an den Fürsten Leopold de Medici (datirt 20. August 1659), des Inhalts, dass Galilei im Jahre 1641, damals schon erblindet, seinem Sohne Vincenzo und seinem Schüler Viviani den Entwurf für das Echappement dictirt, und Vincenzo danach im Jahre 1649 ein Modell angefertigt habe. Im Jahre 1876 wurde vom Königlichen Institut der höheren Wissenschaften zu Florenz eine Copie der genannten ursprünglichen Zeichnung und des Briefes in London ausgestellt.[1]) Eine sehr schöne Copie (getuschte Bleistiftzeichnung) wurde mir neulich vom genannten Institut geschickt; sie trägt die Unterschrift: *Copia del disegno che rappresenta il primo concetto dell'applicazione del pendolo all'oriuolo, dettato da Galileo, già cieco, al figlio Vicenzo, e al discepolo Viviani. L'originale esiste nei Ms. Galileiani della Biblioteca Nazionale già Palatina di Firenze*, *P. VI*, *T. IV*.

In der Figur 4 ist nur der obere Theil dieser Copie ebenfalls in halber Grösse auf photochemischem Wege getreu abgebildet.

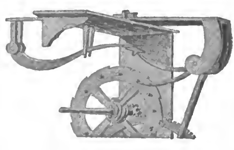


Fig. 4.

Es zeigt sich, dass wir es hier mit einer anderen Zeichnung zu thun haben, als die, welche van Swinden mittheilt; die Uebereinstimmung in den Figuren 1 und 4 ist aber ins Auge fallend. Soweit mir bekannt, wurden beide Zeichnungen noch nie mit einander verglichen.

Die Aufnahme ist, wie dies eine Vergleichung sehr deutlich zeigt, von einem verschiedenen Standpunkte, sodass die Projectionslinie der einen Figur mit derjenigen der anderen einen Winkel von ungefähr 40° macht. Dieser Unterschied zwischen den beiden Zeichnungen dünkt mir der wichtigste, weil hieraus deutlicher und überzeugender als aus einem geschriebenen Document erhellt, dass ein wirkliches Modell existirt hat. Beide Zeichnungen müssen unabhängig von einander entstanden sein, und hierdurch erklärt sich jener perspectivische Unterschied.

Es verdient noch besondere Beachtung, dass die Zeichnung, worin wir das Echappement erkannt haben, von van Swinden schon im Jahre 1814 in der Niederländischen Akademie der Wissenschaften mitgetheilt wurde; das Original wurde an Huyghens geschickt von Bouillau, und ist eine Copie nach einer Zeichnung aus Florenz; Huyghens erhielt es im Haag am 15. Januar 1660[2]). Das Original auf der Bibliotheca Nazionale in Florenz wurde daselbst erst im Jahre 1858 aufgefunden.

Das Princip der Galilei'schen Pendeluhr mag vielleicht ziemlich primitiv scheinen; ich werde aber zeigen, dass es ebenso gut ist wie das der gebräuchlichen Echappements. Hierzu braucht man nur (man sehe Figur 5 a. f. S.) den Hebel *r*, soweit er beim Zurückgang des Hemmungsrades mit einem Stiftchen des letzteren in Berührung ist, ein wenig umzubiegen, so dass er da eine cylindrische Begrenzung er-

[1]) Catalogue of the special Loan-Collection of scientific Apparatus at the South Kensington Museum, 1876. S. 113. — [2]) Van Swinden, a. a. O. § 42.

hält, deren Axe sich in M befindet, ungefähr wie dies auch beim Graham'schen Anker der Fall ist. Den anderen Theil, wodurch die Bewegung des Pendels nur beschleunigt wird, lässt man seine Form behalten. — Hierdurch erhält man eine Vorrichtung in der Form, wie sie die Figur 5 zeigt, wo das „ruhende" Echappement für ein Secundenpendel (in $^2/_3$ der wahren Grösse) abgebildet ist; das Rad hat hier 30 Zähne, und dreht sich also in einer Minute um. In der Zeichnung ist die Verbindung des Pendels mit der Hemmung weggelassen. Von dem Augenblick an, wo ein Stiftchen des Rades von der schiefen Ebene x abgeglitten ist, bis der Stab pq den Hebel Ns aufhebt, ist die Bewegung des Pendels, wie man sagt, „frei." Durch die Construction eines Modelles habe ich mich vom ruhigen Gang dieser Vorrichtung überzeugt.

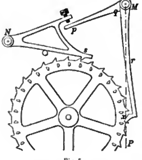


Fig. 5.

Hiernach ist es sogar schwer, sich mit dem Urtheil von Huyghens über Galilei's Entwurf zu vereinigen, wenn er sagt: *„Post nostrum libellum in Italiam demissum figuras per Bullialdum a Cardinali Mediceo missas, quarum Galilei alteram; sed difficili machinatione, ut non mirum non successisse."* [1])

Die geniale Leistung von Huygbens in der Methode der Zeitmessung besteht hauptsächlich darin, dass er (im Jahre 1656) das Pendel auf das damals schon längere Zeit bekannte Spindel-Echappement anwendete.[2]) Die Bedeutung hiervon kann nicht leicht überschätzt werden; sie wird besonders deutlich, wenn man sich erinnert, dass es auch Huyghens war, der in den Uhren, welche verschiedene Lagen annehmen müssen, die Unruhe mit einer Spiralfeder versah. Er brachte also in den Zeitmesser, welcher damals nur durch das Trägheitsmoment und durch unregelmässig wirkende Kräfte regulirt wurde, das sich regelmässig ändernde Moment der Schwere des Pendels oder das der Federkraft, und hatte das volle Bewusstsein der mechanischen Tragweite dieser Veränderung. Die grosse Amplitude, welche das Pendel beim Spindel-Echappement zeigt, war Ursache, dass Huyghens sich mit der tautochronen Curve beschäftigen musste; und die Wissenschaft wurde in Folge dessen sogar mit der Theorie der Evolute bereichert.

Nun ist zur Genüge bekannt, welche eingreifende Aenderung das Spindel-Echappement (wobei die Axe der Unruhe mit der des Rades einen rechten Winkel bildet) brauchte, um endlich den Graham'schen Anker zu liefern. Galilei jedoch erfand (im Jahre 1641) ein eigenes und höchst originelles Echappement, welches, wie oben gezeigt, den vollkommeneren Hemmungen der Gegenwart weit näher steht.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Fusspunktcurvenzeichner für die Ellipse.

Von Mechaniker **R. Kleemann** in Halle.

Im Auftrage des Herrn Geh.-Rath Prof. Dr. Knoblauch hatte ich einen Apparat zu construiren, der die Curve zeichnen sollte, welche den geometrischen Ort der Fusspunkte darstellt, in denen die aus dem Mittelpunkte einer Ellipse auf die Tangenten gefällten Lothe diese treffen. Der Apparat sollte so construirt werden, dass er die extremsten Grenzfälle zuliess. Er sollte also auch die Curve noch zu zeichnen gestatten, wenn die Brennpunkte in die Enden der grossen Axe (Ellipse eine gerade Linie) und wenn sie in den

[1]) Van Swinden a. a. O. Beilage 74, A. — [2]) Horologium oscillatorium S. 7.

Mittelpunkt der grossen Axe fielen (Ellipse ein Kreis). Endlich sollte die Curve auch für beliebig kleine Dimensionen der Ellipse gezogen werden können bis zum Grenzfalle herab, wo letztere zu einem Punkte zusammenschrumpft. Die Ellipse selbst ist in keinem Falle vorhanden, vielmehr sollte sich die Curve construiren lassen aus den Elementen: Grosse Axe und Brennpunktsabstand vom Mittelpunkte. Aus diesen Angaben geht schon hervor, dass der Apparat ziemlich complicirt werden musste, und dass nicht viel Stützpunkte angewandt werden konnten.

Es kam nun zunächst darauf an, den Apparat zu disponiren. Ausgehend von dem Satze, dass der geometrische Ort der Fusspunkte aller Leitstrahlen, welche aus einem der Brennpunkte senkrecht auf die Tangenten gezogen werden, ein Kreis über der grossen Axe ist, wurde der Weg zur Lösung gefunden. Es kam demnach zunächst darauf an, den Scheitel O eines rechten Winkels (Fig. 1) in einem Kreise mit dem Radius R um den festen Drehpunkt M zu führen und dabei den einen Schenkel W desselben durch einen gegebenen festen Punkt B gleiten zu lassen. Dann wird dem obigen Satze nach der zweite Schenkel W' in jeder Lage eine Tangente zu der über der Verbindungslinie A von B mit M als grossen Axe mit dem Mittelpunkte M, den Brennpunkten B und B' und der Länge $2R$ der grossen Axe construirten Ellipse darstellen. Trägt man dann endlich noch Sorge dafür, dass aus dem Mittelpunkte M stets eine Normale N zum Schenkel W' ausgeht, so ist der Schnittpunkt C von N und W' einer der verlangten Curvenpunkte und in ihm braucht nur der Zeichenstift eingesetzt zu werden, um bei der Bewegung des ganzen Mechanismus den Verlauf der Curve an der in ihren Elementen eingestellten Ellipse verzeichnet zu erhalten. Der theoretische Theil der Aufgabe war somit leicht erledigt, nicht so der praktische, welcher der erwähnten Nebenbedingungen wegen ziemliche Schwierigkeiten bot.

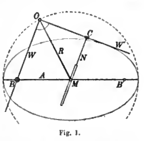


Fig. 1.

Um die ganze Curve zu erhalten, musste vor allen Dingen dafür gesorgt werden, dass der Scheitel O des rechten Winkels durch einen vollen Kreis bewegt werden konnte, ohne die Axenlage der Ellipse zu verändern. Hierzu war erforderlich, wie bei einem Zirkel einen festen Drehpunkt M (Fig. 2) zu wählen, um welchen die Kreisbewegung erfolgen sollte. Da ferner der Brennpunktabstand bis zu den Grenzfällen hin veränderlich sein sollte, so musste der zweite Fixpunkt B auf der die Axe der Ellipse darstellenden Schiene A verstellbar gemacht werden. Die weitere Anordnung war nun folgende. WW' ist der rechte Winkel, dessen Tangentenschenkel W' beiderseits über den Scheitel hinausragt. Der Schenkel W' ist auf W mit vier Schrauben befestigt, um die Schiene N in Schlittenführung auf W' derart gleiten lassen zu können, dass sie auch über den Scheitelpunkt hinaus bewegt werden kann. W' ist nach unten prismatisch abgearbeitet, so dass die mit entsprechenden Führungsbacken versehene Schiene N sich leicht, aber völlig sicher ohne jede Seitenbewegung schieben kann. Ihre Bewegung kann daher nur senkrecht auf W' und parallel zu W erfolgen. Die

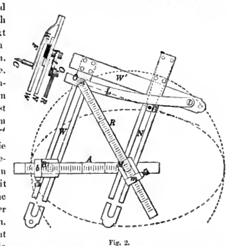


Fig. 2.

Axe A des Apparates, bezw. sämmtlicher Ellipsen ist mit Theilung versehen und auf derselben ein Schieber b mit Klemmschraube verstellbar. Der Schenkel W ist mit einem Führungs-

schlitz versehen und ebenso die Schiene N. In beiden Schlitzen laufen harte, hochpolirte Stahlwalzen, welche durchbohrt sind und sich als Rollen um die Punkte B und M drehen. Die Schiene A geht über W, aber unter N weg, wodurch sich der Apparat über A hinweg durchschlagen lässt, wobei gleichzeitig dann auch N über W hingeht, und also voller Umlauf ermöglicht ist. Die Pressklemme des Schiebers b tritt um die halbe Breite der Schiene N vom Punkte B zurück, wodurch es sich ermöglichen lässt, B unter M zu bringen und damit die Ellipse in den Kreis überzuführen. Durch die Grundplatte des Schiebers b geht im Punkte B eine Schraube mit versenktem Kopf, welche unterhalb der Schieberplatte einen Ansatz hat, der die mechanische Axe für die um B drehbare Rolle bildet und deren Mutter in einen kleinen Fuss mit Spitze ausgeht. Diese Spitze bildet den einzigen unveränderlichen Stützpunkt, mit welchem der Apparat das darunter liegende Zeichenpapier berührt; unter M befindet sich keine Spitze, vielmehr wird die sichere Fixirung der Axlage dadurch erreicht, dass auf die Schiene A an jedem Ende mittels einer Klammer ein Spitzfuss aufgeschoben ist, von denen abwechselnd der eine oder der andere beim Anschlagen der beweglichen Theile vorübergehend entfernt wird. Ausserdem laufen die drei Enden des Winkels WW' auf nach allen Seiten hin leicht drehbaren Röllchen.

Bei festem Anziehen der erwähnten Schraube lässt sich der Schieber b willig, aber sicher auf W bewegen. Ein zweiter ganz ähnlicher Schieber m wird durch eine versenkte Schraube, welche unter ihm die Axe für die zweite Stahlrolle bildet, drehbar mit der Schiene A verbunden. Auch hier ist bei festem Anziehen eine willige, aber sichere Beweglichkeit von m auf N herbeigeführt. Der Schieber m dient dazu; die Länge des Radius R, einer ebenfalls mit Theilung versehenen Schiene, durch welche die Führung des Scheitelpunktes O um M bewirkt wird, festzustellen. Dieselbe ist im Punkte O mit dem Winkel WW' drehbar durch eine Schraube verbunden. Um indess die drei Punkte O, B und M untereinander bringen zu können (Ellipse ein Punkt, bezw. bei Deckung von nur O und B eine gerade Linie) musste der Punkt O der Schiene W' vorgelagert werden und zwar um mindestens die Hälfte der Breite des Schiebers b. Gleichzeitig musste eine Ueberhöhung des Drehpunktes O eintreten, um die Schiene N darunter fortgleiten lassen zu können. Beides wurde erreicht durch einen Metallbogen L, welcher auf zwei kleinen Säulchen fest verschraubt auf W' ruht. (Vergl. die Seitenfigur, welche einen Durchschnitt senkrecht zu W' darstellt.) Aus demselben Grunde wie bei Schieber b tritt auch bei m die Pressklemme gegen M weit zurück. Die Seitenfigur zeigt ferner deutlich die Art der Befestigung des Schreibstiftes C unterhalb von N auf einer Feder F, welche derart zurücktritt, dass C unter O hindurch gleiten kann, ohne durch das Vortreten von W' und später durch die Schiene A gehindert zu werden. Die Spitze von C muss natürlich gerade mit O zusammenfallen, wenn W und N sich decken, d. h. die Linie OC in der Hauptfigur muss genau senkrecht zu W und parallel zu W' gerichtet sein.

Der so hergestellte Apparat lässt nun allerdings alle Grenzfälle zu, war aber doch bei der etwas unsicheren, nur durch eine unveränderliche und zwei zeitweilig zu entfernende Spitzen, definirten Lage der Axe A für eine Person schwer zu handhaben. Deshalb beauftragte mich Prof. Knoblauch, noch einen anderen Apparat zu construiren, welcher zwar nicht in allen Grenzfällen absolut brauchbar, dafür aber stabiler sein sellte. Gleichzeitig machte er mich darauf aufmerksam, dass bei Verwendung zweier, passend angeordneter Schreibstifte keine volle Umdrehung erfordert wird, um die ganze Curve zu erhalten. Zwei diametral gegenüberstehende Schreibstifte sind hierzu nicht gut zu verwenden, weil dann der Apparat noch verwickelter ausfallen würde. Dagegen haben zwei in Bezug auf den Mittelpunkt rechtwinklig zu einander gelegene Fusspunkte die für den vorliegenden Zweck sehr schätzenswerthe Eigenschaft, dass ihre Verbindungslinie bei ein und derselben Ellipse eine constante Länge, gleich $\sqrt{a^2 + b^2}$, wo a und b die beiden Halbaxen bedeuten, besitzt. Dies lässt sich leicht ohne Rechnung einsehen. Denkt man sich alle vier rechtwinklig zu einander liegenden Fusspunkte mit den zugehörigen Tangenten, so bilden letztere ein der Ellipse umschriebenes Rechteck, bei dem die Fusspunkte die Mitten der Seiten sind. Die

Verbindungslinie zweier benachbarten Fusspunkte ist also einer der Diagonalen des Rechteckes parallel und halb so lang als diese, d. h. gleich dem Radius des dem Rechteck umschriebenen Kreises. Nach einem bekannten Satze ist aber der geometrische Ort des Scheitelpunktes eines rechten Winkels, dessen Schenkel als Tangenten auf einer Ellipse gleiten, ein Kreis mit dem Radius $\sqrt{a^2+b^2}$, d. h. alle der Ellipse umschriebenen Rechtecke sind gleichzeitig diesem Kreise einbeschrieben, haben also gleiche Länge der Diagonale, womit obige Behauptung unmittelbar erwiesen ist.

Wendet man demnach zwei so gelegene Schreibstifte an, so braucht der Apparat nur noch $^3/_4$ Umgang zu machen, um die ganze Fusspunktscurve zu erhalten und begnügt man sich ferner mit etwa $^3/_4$ der ganzen Curve, so braucht gar der Apparat nur einen halben Umgang zu machen, wobei also das Erforderniss, ihn durchschlagen zu können, das die vorige Anordnung namentlich so sehr erschwerte, in Wegfall kommt.

Der unter diesem Gesichtspunkte construirte Apparat, in Fig. 3 abgebildet, ist im Grundprincip dem vorigen durchaus gleich und nur in seinem Arrangement wesentlich abgeändert; die sich wiederholenden Theile sind mit gleichen Buchstaben wie in Fig. 2 bezeichnet. Eine für die ganze Anordnung sehr wesentliche Aenderung besteht darin, dass umgekehrt wie bei Fig. 2 hier der Punkt B mit der Axschiene A fest verbunden, dafür aber der Mittelpunkt M verstellbar gemacht ist. Im Punkte B ist von unten her in die Schiene A ein Fuss mit Spitze eingeschraubt, ein zweiter in das andere Ende und endlich noch ein dritter in eine rechtwinklige Abzweigung von A, so dass jetzt der ganze Apparat eine feste und dauernd unveränderliche Auflage in diesen drei Punkten findet. Der Mittelpunkt M wird durch eine Kopfschraube mit verschiedenen Ansätzen gebildet, die an ihrem unteren Ende mit einem conischen Zapfen in dem quadrantenförmigen Messingstück Q eingesetzt ist und dort von unten her durch eine Unterlagscheibe und Schraube drehbar, aber ohne zu wackeln, befestigt wird. Einer ihrer Ansätze reicht durch den Schlitz in der Schiene A und dient dazu, die Entfernung zwischen M und B einzustellen; der darüber befindliche Ansatz reicht durch den Schlitz der Schiene R, durch welche wieder die Führung des Scheitelpunktes O im Kreise um M bewerkstelligt wird und gestattet, deren Länge auf das richtige Maass zu bringen. Wird nach der entsprechenden Einstellung der randirte Kopf der Schraube M angezogen, so wird dadurch die Längsverschiebbarkeit von R in M, nicht aber die Drehbarkeit aufgehoben. In dem Messingstück Q sind zwei zu einander senkrecht stehende Schlitze N und N' eingearbeitet und zwar beide bis nahe zum Schnittpunkte. In dem Schlitze N bewegt sich in langer Führung sicher verschiebbar ein Kreuzschieber, welcher zugleich die Führung für den Schenkel W' des Winkels $W\,W'$ bildet. Die beiden Schenkel W und W' liegen jetzt, wo die Durchschlagbarkeit in Wegfall kommt, in einer Ebene und sind aus einem Stück Messing hergestellt; die in ihnen befindlichen Schlitze reichen auch nur bis nahe zum Schnittpunkte, so dass also das Ganze fest und unverbiegbar bleibt. In dem Schlitze des Schenkels W läuft bei B wieder eine harte Stahlrolle. Um mit dem Drehpunkte O der Axe A so nahe als möglich kommen zu können, ist derselbe wieder der Schiene W' vor- und übergelagert auf einem dem Bogen L am vorigen Apparate hier entsprechenden, zweimal rechtwinklig gebogenen Metallstück L,

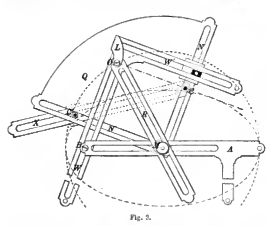


Fig. 3.

welches an dem Winkel WW' befestigt ist, und ebenso befindet sich, analog der Feder F bei Fig. 2, hier der Schreibstift C auf einem dem Stück L ähnlichen, aber nach unten gewandten Winkelstück, welches mit dem Kreuzschieber so verschraubt ist, dass C genau unter der Mitte des Schlitzes N und so steht, dass die Linie OC wieder parallel dem Schlitze W läuft. Mittels dieses letzteren Winkelstückes wurde gleichzeitig eine geschlitzte Schiene X um den Punkt C leicht drehbar befestigt. X trägt einen Schieber mit Klemmschraube; in diesem sitzt eine Schraube, die mittels Stahlrolle in dem zweiten Schlitz N' des Messingquadranten Q sicher geführt wird und unten den zweiten Schreibstift C' trägt, der gleichzeitig die Schiene X vor dem Abfallen schützt.

Die Einstellung des Apparates geschieht nicht mehr mittels der auf den einzelnen Schienen angebrachten Theilungen, sondern mittels eines Spitzenzirkels. Um dies sicher ausführen zu können, sind die Punkte M, O, C und C' durch feine Körner scharf bezeichnet. Bei der Einstellung lüftet man zunächst M und verschiebt sie bis zum richtigen Brennpunktabstand von B. Dabei ist aber darauf zu achten, dass M beträchtlich höher liegt als B. Der Betrag der Ueberhöhung ist auf der Axe A durch zwei Körnerpunkte angegeben und muss namentlich bei kleinen Werthen der Entfernung BM in Rücksicht genommen werden. Darauf wird der Abstand MO gleich der halben grossen Axe der Ellipse gemacht und darauf die Schraube M festgezogen. Endlich ist der Abstand zwischen C und C' gleich der Hypotenuse des rechtwinkligen Dreieckes aus a und b als Katheten gezeichnet, zu machen. Ist letztere Einstellung richtig ausgeführt, so müssen sich die von beiden Schreibstiften gezeichneten Curvenstücke genau aneinander anschliessen.

Da der Apparat in Folge der Verlagerung des Punktes O vor W' sich um etwas mehr als einen halben Umgang drehen lässt, so zeichnet er auch etwas über $^3/_4$ der ganzen Curve; der Rest lässt sich leicht durch Umklappen der einen Hälfte erhalten.

Referate.

Fehler bei Bestimmung der Schwingungsdauer von Magneten und ihr Einfluss auf absolute Messungen der Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus.

Von E. Leist. *Repertorium für Meteorologie X. No. 11.*

Die Schwingungen eines Magneten werden durch eine Gleichung ausgedrückt, in welcher die Grösse: Horizontal-Componente der erdmagnetischen Kraft multiplicirt mit dem magnetischen Moment des Magneten bei 0° durch einen Ausdruck dargestellt wird, welcher abhängt von dem Trägheitsmoment des Magneten bei 0°, der Temperatur und dem Temperatur-Coefficienten desselben, dem Ausdehnungs-Coefficienten des Stables, der Schwingungsdauer des Magneten, dem Inductions-Coefficienten, dem Gang des Chronometers, der mittleren Amplitude der Schwingungen des Magneten und der Torsion des Suspensionsfadens. Die Gleichung gilt streng genommen nur, wenn die Horizontal-Componente des Erdmagnetismus für die Beobachtungsdauer als constant angesehen wird, was in der Wirklichkeit allerdings nicht stattfindet. In der vorliegenden Abhandlung untersucht nun Verf., in welchen Grenzen der Schwankungen des Erdmagnetismus es noch statthaft ist, die Horizontalcomponente desselben — von dem Einflusse der Declinationsschwankungen will Verf. absehen, — als constant anzusehen, ohne durch diese Annahme gewisse Genauigkeitsgrenzen zu überschreiten.

Verfasser untersucht zunächst eine einzelne Beobachtungsreihe von n Schwingungen. Indem er für die Dauer einer Schwingung des Magneten die Schwankung des Erdmagnetismus so klein annimmt, dass die obige Gleichung anwendbar ist, und in dieser für die Dauer der Beobachtungsreihe alle Elemente ausser der Horizontal-Intensität H und der Schwingungsdauer T als constant ansieht, erhält er für jede einzelne Beobachtung eine Gleichung von der Form: $H = {}^{c}/_{T^2}$. Wird aus allen beobachteten Schwingungen eine mittlere Schwingungsdauer T ermittelt und mit dieser der Werth von H berechnet, so erhält

man nicht die gesuchte, sondern eine um einen gewissen Betrag fehlerhafte Horizontal-Intensität, an welche daher noch eine Correction anzubringen ist. Verfasser findet nun, dass diese Correction unter allen Umständen positiv ist, mit anderen Worten, dass die durch das arithmetische Mittel der Schwingungsdauer gefundene Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus zu klein ist, und zwar um so kleiner, je stärker die Variation der Horizontal-Intensität zur Zeit der Schwingungen gewesen ist. Der Betrag der Correction, — Verf. nimmt als zu vernachlässigende Grenze eine Einheit der fünften Decimale an, — ist gering, darf jedoch nicht immer vernachlässigt werden; besonders in Gegenden, wo häufige und starke Störungen vorkommen, kann die Correction namhafte Beträge erreichen; so wuchs sie z. B. auf der Polar-Expedition in Point-Barrow im Jahre 1883 in zwei Fällen bis zu 0,000 40 bezw. 0,000 46 an.

Die Untersuchung wird dann auf eine grössere Anzahl von Beobachtungsreihen ausgedehnt, die sich über eine längere Zeitdauer erstrecken. Hier wäre eigentlich eine Berechnung der Horizontal-Intensität für jede Reihe geboten. Da diese Rechnung jedoch sehr zeitraubend ist, sucht Verf. eine Correction, die an das Mittel aus allen Beobachtungen angebracht das Gesammtmittel der Horizontal-Intensität für alle Beobachtungsreihen darstellt. Die Untersuchung ergiebt, dass das allgemeine Mittel zu kleine Werthe liefert, wenn die Horizontal-Intensität am Anfang der Beobachtungsdauer steigt und am Ende fällt, dagegen zu grosse Werthe ergiebt, wenn die Horizontal-Intensität sich umgekehrt verhält; die Correction ist um so grösser, je stärker die ungleichgerichtete Aenderung am Anfang und am Ende war.

Die Resultate seiner Entwicklungen wendet Verf. endlich auf alle Untersuchungen an, bei welchen die Beobachtung der Schwingungsdauer eine Rolle spielt, die Bestimmung der absoluten Horizontal-Intensität und die Berechnung der Normalstände der Variationsinstrumente für die Horizontal-Intensität, die Ermittlung des Temperatur-Coefficienten der Magnete und die Bestimmung des Trägheitsmomentes der Magnete. Es würde uns zu weit führen, wenn wir hierauf näher eingehen wollten; wir verweisen daher die sich specieller interessirenden Leser auf die interessante Abhandlung selbst, auf die aufmerksam zu machen der Zweck dieses kurzen Referates war. *W.*

Eine verbesserte Form des Ewing'schen Seismographen.

Von Th. Gray. *Philos. Magaz. V. 23. S. 353.*

Der neue Apparat schliesst sich eng an die Seismographen von Ewing und Milne, sowie die vom Verf. früher angegebenen Constructionen an, deren Haupttypen in dieser Zeitschrift 1885 S. 217. 308 eingehende kritische Besprechung gefunden haben. In der vorliegenden Form ist das Hauptaugenmerk auf eine verbesserte Art der Registrirung gerichtet gewesen. In den älteren Apparaten geschah die Registrirung auf einer geschwärzten horizontalen Glasscheibe; dauerte ein Erdbeben länger, als die Umlaufszeit der Scheibe betrug, so liefen die Curven in einander und waren schwer zu interpretiren; eine analoge Schwierigkeit trat ein, wenn zwei Störungen so schnell auf einander folgten, dass der Apparat inzwischen nicht mit einer neuen Registrirscheibe versehen werden konnte; die Curven beider Störungen waren dann unbrauchbar.

Um diese Uebelstände zu heben, lässt Verf. jetzt die Registrirungen auf einem vertical stehenden, mittels eines Uhrwerkes sich drehenden Cylinder erfolgen. Hierfür sind zwei Formen des Apparates vorgesehen; entweder dreht sich der Cylinder nur in horizontaler Richtung um seine Verticalaxe oder er verschiebt sich ausser dieser Bewegung noch längs der Verticalaxe; im ersteren Falle wird das Registrirpapier durch eine Hilfsvorrichtung fortwährend auf den Cylinder aufgewickelt; im zweiten Falle ist das Papier auf den Cylinder gespannt und letzterer muss ausgewechselt werden, wenn seine Bewegung vollendet ist. Die letztere Einrichtung empfiehlt Verf. da, wo es sich um Registrirung der continuirlichen minimalen Bodenbewegungen handelt, die erstere dagegen für wirkliche Erdbeben. Die Bewegung des Registrircylinders kann in langsamem oder schnellem Tempo erfolgen; zu diesem Zwecke ist das Uhrwerk mit zwei Regulatoren versehen, von denen

der eine die langsame, der andere eine beschleunigte Bewegung vermittelt. Gewöhnlich ist der erstere thätig und der Cylinder dreht sich in der Minute um 5 bis höchstens 25 mm; sobald jedoch eine Störung erfolgt, wird die Verbindung des Uhrwerkes mit diesem Regulator automatisch gelöst und der andere tritt in Thätigkeit, welcher dem Registrirpapier eine Geschwindigkeit von 10 bis 20 mm pro Secunde zu geben vermag. Die automatische Auslösung des verlangsamenden Regulators geschieht in folgender sinnreichen Weise. Zwei horizontal liegende zweiarmige Hebel, beide in der Mitte um einen Stift drehbar, sind so angeordnet, dass der eine in gerader Linie die Fortsetzung des anderen bildet. Von den beiden äusseren Enden derselben ist das rechte mit einem kleinen kugelförmigen Gegengewicht versehen; auf dem äusseren Ende des linken Hebels ruht die Axe eines Rades des Uhrwerkes, welches mit dem Trieb des verlangsamenden Regulators in Eingriff steht. Die beiden inneren Enden der Hebel bilden kleine einander gegenüber stehende Plattformen; dieselben dienen zur Aufnahme einer kleinen Kugel, welche vor dem Herabfallen durch seitlich angebrachte federnde Stifte abgehalten wird. Gewöhnlich ruht die Kugel auf der Plattform des rechten Hebels und wird durch das oben erwähnte Gegengewicht balancirt. Sobald jedoch eine Erschütterung erfolgt, rollt die Kugel auf die andere Plattform über und bringt den inneren Arm des linken Hebels zum Sinken; der äussere Arm geht in die Höhe, das vorhin erwähnte Rad verliert seine Verbindung mit dem verlangsamenden Regulator, der zweite Regulator tritt in Thätigkeit und giebt dem Uhrwerke eine äusserst schnelle Bewegung. Inzwischen ist das äussere Ende des rechten Hebels, in Folge des Wegrollens der Kugel, nach unten gekippt, wird aber durch eine besondere Einrichtung, welche gleichfalls mit dem Uhrwerk in Verbindung steht, allmälig wieder gehoben; hierdurch senkt sich das innere Ende des Hebels wieder, bis die Plattform unter diejenige des linken Hebels kommt und nun die Kugel wieder auf den rechten Hebel hinüberrollt. Das äussere Ende des linken Hebels wird dadurch zum Sinken gebracht, das Trieb des verlangsamenden Regulators kommt mit dem Uhrwerk wieder in Eingriff und der Apparat steht für die nächste Störung wieder bereit.

Auf dem so bewegten Registrircylinder werden die Beobachtungselemente durch vier mit Tinte gefüllte Schreibstifte aufgeschrieben. Der eine derselben, welcher mit dem Uhrwerk in Verbindung steht, markirt bei der langsamen Bewegung des Cylinders in Intervallen von 5 zu 5 Minuten die Zeit, die volle Stunde durch ein besonderes Zeichen hervorhebend; steht der Cylinder unter dem Einflusse der schnellen Bewegung, so wird von Secunde zu Secunde die Zeit mittels eines Unterbrechers markirt, der direct auf den Schreibstift einwirkt und sofort in Wirksamkeit tritt, sobald das Auslösen des verlangsamenden Regulators automatisch den Batteriestrom geschlossen hat. — Von den anderen drei Schreibstiften dienen zwei zur Registrirung von Stössen bezw. Wellen in den beiden horizontalen Richtungen, der dritte zur Registrirung von Verticalstössen. Die zur Darstellung dieser Bewegungen dienenden Theile des Apparates sind im Wesentlichen dieselben, wie sie in der Eingangs erwähnten Abhandlung zur Genüge besprochen sind und deren Beschreibung daher nicht wiederholt zu werden braucht.

Verf. stellt über das Functioniren seines Apparates weitere Mittheilungen in Aussicht.

W.

Ueber das Dampfcalorimeter.

Von R. Bunsen, *Annalen d. Phys. u. Chem. N. F.* ***31.*** *S. 1.*

Bunsen hat versucht, die specifische Wärme fester (oder flüssiger, in einem Gefäss eingeschlossener) Körper durch die Menge des von ihnen condensirten gesättigten Wasserdampfes zu messen, indem die bei der Verflüssigung des Dampfes frei werdende Wärmemenge zur Erhitzung der Substanz dient. Es wird also hier die Verflüssigungswärme des Dampfes ebenso als calorimetrisches Maass benutzt wie die Schmelzwärme des Eises beim Eiscalorimeter. Zur Aufnahme der Substanz dient ein Körbchen aus engmaschigem Platindrahtnetz, dessen Boden mit Platinfolie ausgekleidet ist. Das Körbchen wird mit einem dünnen Platindraht an die eine Wagschale einer Analysenwage mit durchbroche-

nem Gehäuse aufgehängt. Das Körbchen befindet sich in einem cylindrischen, oben und unten conisch auslaufenden Blechgefäss, in das unten ein Wasserdampfstrom eintritt; dieser wird in einem metallenen, mit einem Wasserstandszeiger versehenen Gefässe entwickelt. Oben tritt der Dampfstrom aus dem Blechgefäss aus; damit er nicht zur Wage gelangen kann, wird er durch ein neben der Austrittsöffnung mündendes, nach abwärts umgebogenes Rohr in horizontaler Richtung in einem Mauerschornstein abgesaugt, was ganz vollständig gelingt. Das bei der Erwärmung des Körbchens und der Substanz condensirte Wasser sammelt sich zum Theil am Boden des Körbchens, der Rest wird in den Maschen des Platindrahtnetzes zurückgehalten. An der Oeffnung, wo der Dampf in's Freie tritt, schlägt sich etwas Wasser am Platindraht nieder. Um dieses zu beseitigen, ist die Oeffnung mit einem Bimssteineinsatz ausgefüttert, dessen innere Wand glatt abgedreht ist und nach unten etwas conisch zuläuft. Während des Versuches (mit Ausnahme der Wägung) wird der Draht durch ein kleines Gewicht mittels eines Hakens an die Bimssteinwand, welche die Wassertröpfchen aufsaugt, angedrückt. Die Ausführung einer Bestimmung geschieht folgendermaassen: Man wägt das Platinkörbchen mit Aufhängedraht und die Substanz, bestimmt das Gewicht des nicht in den Dampf eintauchenden Theiles des Drahtes aus seinen Dimensionen, bringt den Korb sammt Substanz auf die gewünschte Anfangstemperatur und senkt ihn dann schnell in das bereits mit Dampf gefüllte cylindrische Gefäss. Wenn alles sicher die Temperatur des Wasserdampfes angenommen hat, was nach 20 bis 30 Minuten der Fall ist, wägt man im Dampfstrom. Die auf den luftleeren Raum reducirte Gewichtszunahme giebt das Gewicht des condensirten Wasserdampfes. Da die Verflüssigungswärme des Dampfes und seine Temperatur durch den Barometerstand bestimmt sind, hat man alle zur Rechnung nöthigen Daten. Zu berücksichtigen ist noch der Druck, den das Körbchen während der Wägung durch den Dampfstrom erfährt. Um diesen zu ermitteln, hat Bunsen das mit Platinstücken beschwerte Körbchen in ruhiger Luft und in Luftströmen von bekannter Geschwindigkeit gewogen; es zeigte sich, dass ein Luftstrom von 1,9 cm Geschwindigkeit das Gewicht desselben nur um 0,1 mg vermindert, ein Luftstrom von 7,52 cm um 1,89 mg. Letztere Geschwindigkeit wurde vom Dampfstrom selbst bei heftigem Sieden nicht erreicht. Die Correction wurde nun unter der Voraussetzung berechnet, dass ein Dampfstrom denselben Druck ausübt wie ein Luftstrom von gleicher Geschwindigkeit. Letztere ergiebt sich aus der am Wasserstandszeiger des Siedegefässes abgelesenen, in einer bestimmten Zeit verdampften Wassermenge, aus dem Querschnitt des cylindrischen Gefässes und dem bekannten specifischen Gewicht des Wasserdampfes.

Die nach dieser Methode ausgeführten Bestimmungen der specifischen Wärme von Platin, Glas und Wasser gaben befriedigende Resultate; die Einzelbeobachtungen weichen um einige Einheiten der vierten Decimale untereinander ab. Dieses Resultat lässt hoffen, dass die neue Methode sich wenigstens für manche Fälle neben den bisher üblichen einen Platz erringen wird. *Wgsch.*

Absolutes Elektrodynamometer.

Von M. H. Pellat. *Journ. de Phys. II. 6. S. 175.*

Das Elektrodynamometer ist eine Stromwage, ähnlich den bereits von Joule, Mascart, v. Helmholtz u. A. angewandten Apparaten. Die Stromstärke wird durch Wägung der Kraft ermittelt, die der zu messende, einen festen und einen beweglichen Leiter durchfliessende Strom auf den beweglichen Leiter ausübt. Die Wage besteht aus zwei in einander liegenden Spulen, deren Axen senkrecht zu einander stehen, und zwar aus einer längeren, horizontalen mit weiterem Durchmesser (bei dem hier beschriebenen Instrument: 50 cm Länge, 17,3 cm Durchmesser) und einer im Innern derselben vertical stehenden Spule (8 cm Höhe, 11 cm Durchmesser), die an dem einen (kürzeren) Ende eines Wagebalkens befestigt ist, während an dem anderen Ende desselben eine Wagschale hängt. Der die beiden Spulen hintereinander durchfliessende Strom sucht die bewegliche Spule so zu

drehen, dass die Stromrichtung in ihr derjenigen in der festen Spule parallel wird, lenkt also den Wagebalken aus der Gleichgewichtslage ab. Die zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes erforderliche Belastung der Wage bestimmt die Grösse der die Drehung hervorrufenden Kraft und damit die Stromintensität; ihre Grösse wird angegeben durch die Gleichung;

$$i = \sqrt{p}\ \sqrt{\frac{g\,l\,e}{\pi^2\,d^2\,N\,n\,(1-a)}},$$

worin i die Stromintensität in Ampère bedeutet, g die Beschleunigung der Erdschwere, p das aufgelegte Gewicht in Gramm, l die Länge des Hebelarmes, an dem p wirkt, e die Drahtstärke der grossen Spule, N die Anzahl der Drahtlagen auf derselben, n die Anzahl der Windungen auf der kleinen Spule (mit einer Drahtlage), d den Durchmesser des Cylinders, auf welchem der Draht der kleinen Spule gewickelt gedacht ist, a ein Correctionsglied, das durch die endliche Länge der grossen Spule bedingt ist und durch Rechnung mit sehr grosser Genauigkeit erhalten wird.

Die Zuverlässigkeit des Instrumentes hängt, abgesehen von der sorgfältigen Ausführung, in erster Linie von der genauen Bestimmung der in der Formel enthaltenen Constanten ab. Bei dem von Pellat construirten Normalinstrument wurden die Messungen theils von dem internationalen Meter-Bureau, theils vom Verf. selbst ausgeführt; der Fehler, der bei der Strommessung begangen werden kann, soll bei dem Instrument 0,05 % nicht übersteigen, wobei der Bereich der mit der grössten Genauigkeit zu messenden Intensitäten zwischen 0,2 und 0,4 Amp. liegen soll. — Stahl und Eisen sind in dem Elektrodynamometer völlig vermieden; der Körper der äusseren Spule besteht aus Messing, derjenige der inneren aus möglichst eisenfreiem Aluminium. Um den Einfluss des Erdmagnetismus zu eliminiren, steht die Bewegungsebene des Wagebalkens senkrecht zum magnetischen Meridian; um sich von der Richtigkeit dieser Orientirung zu überzeugen, sendet man den Strom durch die bewegliche Spule allein, wobei dann keine Bewegung derselben erfolgen darf. — Die Empfindlichkeit der Wage geht bis zu 0,1 mg; ein Strom von 0,3 Amp. erfordert in Paris 0,418 g. Die Bewegung des Wagebalkens wird mittels eines schwach vergrössernden Mikroskopes mit Fadenkreuz an einer auf dem Wagebalken befindlichen Theilung beobachtet.

B.

Thermoregulator.

Von L. Rügheimer. *Chem. Berichte.* ***20.*** *S. 1280.*

Der Regulator stimmt in Princip und Anwendungsweise vollständig mit dem von Kaleczinszky (diese Zeitschrift 1886 S. 314) überein und unterscheidet sich von diesem nur durch die Form. Er bildet ein U-Rohr, dessen enge Krümmung mit Quecksilber gefüllt ist. Der eine Schenkel enthält das bis zum Quecksilberniveau reichende Gaszuflussrohr; seitlich ist das Abflussrohr angeschmolzen. Der andere bildet eine kleine Erweiterung zur Aufnahme des bei schlechter Bedienung des Apparates zurückgesaugten Quecksilbers; auf diese sind zwei Röhren aufgesetzt, von denen die eine den Hahn zum Ausströmenlassen der Luft trägt, die andere mit dem im erhitzten Raume befindlichen Luftreservoir in Verbindung steht.

Wgsch.

Apparat zur Ausführung elektrolytischer Arbeiten.

Von Dr. R. v. Malapert. *Zeitschrift f. analyt. Chemie.* ***26.*** *S. 56.*

Der Apparat dient zur bequemen Einschaltung mehrerer elektrolytischer Analysen in einen Stromkreis und bildet ein hölzernes Gestell ungefähr von der Form der Proberöhrchengestelle. Auf dem unteren Brett stehen starkwandige Bechergläser, welche in ihrem oberen Theile mit einem Tubulus versehen sind, um die zu elektrolysirende Flüssigkeit aufzunehmen. Auf dem oberen schmaleren Brett sind über jedem Becherglas zwei Metallstreifen mit je zwei Contactschrauben angebracht. Je eine dieser Schrauben steht am Rand des Brettchens über dem Becherglas und dient zum Einspannen der Elektroden (eventuell von Widerstandsrollen), während die andere den Zuleitungsdraht, welcher von der Batterie

oder einer zum nächsten Becherglas gehörigen Klemmschraube kommt, aufnimmt. Ausserdem trägt der eine Metallstreifen eine metallene Kurbel, welche über den benachbarten federnd schleift; letzterer trägt an einer Stelle ein isolirendes Kautschukplättchen, auf welches die Kurbel gestellt wird, wenn der Strom durch den Elektrolyten gehen soll. Zwischen je zwei zu einem Becherglase gehörigen Metallstreifen hat das Brettchen ein Loch, durch welches ein Glasrohr in das Becherglas eingeführt werden kann, wenn ohne Unterbrechung des Stromes eine saure Flüssigkeit durch Wasser verdrängt werden soll. Der Abfluss der Flüssigkeit erfolgt durch ein in die Tubulatur des Becherglases eingesteektes Rohr.

Wysch.

Neu erschienene Bücher.

Verhandlungen der achten allgemeinen Conferenz der internationalen Erdmessung und deren Permanenten Commission im October 1886 zu Berlin. Redigirt vom ständigen Secretär Prof. A. Hirsch. Herausgegeben von der Permanenten Commission der Internationalen Erdmessung. Berlin 1887. G. Reimer.

Die vorliegenden Verhandlungen über die achte allgemeine Conferenz der internationalen Erdmessung bilden die erste Veröffentlichung dieser eminent wichtigen internationalen wissenschaftlichen Vereinigung nach der kürzlich eingetretenen Neu-Organisation. Die nach dem Tode des Begründers der Europäischen Gradmessung, des hochverdienten General Baeyer, eingetretene Krisis führte zu einer strafferen Einrichtung des Unternehmens, zu einer schärferen Begrenzung der Aufgaben, die, um die geplante wissenschaftliche Vertiefung auch äusserlich erkennbar zu machen, in der neuen Bezeichnung „*Internationale Erdmessung*“ ihren Ausdruck fand. Die Besiegelung und formelle Annahme der neuen Organisation fand in der im October v. J. in Berlin versammelten achten allgemeinen Conferenz statt, in welcher gleichzeitig die Vertreter der einzelnen Staaten die Berichte über die in ihren Ländern in den letzten Jahren ausgeführte geodätischen Arbeiten zum Vortrag brachten. Wir können an dieser Stelle nicht auf den gesammten interessanten Inhalt dieser Berichte eingehen, sondern müssen uns darauf beschränken, dasjenige herauszugreifen, was den Zielen dieser Zeitschrift nahe liegt. Unsere Leser wissen, wie mannigfache Anregungen die Instrumentenkunde dem grossen Unternehmen der Erdmessung verdankt; auch der vorliegende Band der „Verhandlungen“ giebt Zeugniss davon, wie die fortschreitende Ausbildung der Theorien und das Streben nach immer grösserer Genauigkeit die wissenschaftliche Technik anregt und fördert.

Der bald nach der Conferenz der Wissenschaft allzufrüh durch den Tod entrissene Prof. v. Oppolzer berichtete über die von ihm an Pendelapparaten angestellten Untersuchungen. Er hat das von Herrn v. Helmholtz und anderen Gelehrten befürchtete Gleiten der Schneiden auf ihren Unterlagen einem eingehenden Studium mit Hilfe eines mikroskopischen Fühlhebelapparates unterzogen. An dem mittleren Theile der Aufhängeschneide, welche durch eine in der Lagerfläche befindliche Nut von jener getrennt war, wurde ein Metallstäbchen durch zwei verticale Spiralfedern leicht angedrückt. Dieses Stäbchen stand an einer Seite mit einem Fühlhebel in Verbindung, dessen Axe frei vom Stative befestigt war und dessen Index durch ein dreissigmal vergrösserndes Mikroskop beobachtet werden konnte. Der Index zeigte deutlich die durch das Mitschwingen des Stativs verursachten regelmässigen periodischen Oscillationen; sprungweise Aenderungen, wie dies bei Gleiterscheinungen zu erwarten gewesen wäre, traten nicht auf, woraus hervorgeht, dass, wenigstens für den österreichischen Apparat, diese Fehlerquelle nicht zu befürchten ist. — Interessant ist eine Notiz des durch seine Pendelarbeiten rühmlichst bekannten Majors v. Sterneck, dass ein nach seinen Principien construirter Pendelapparat von dem österreichischen Kriegsministerium in Arbeit gegeben ist und demnächst fertig gestellt sein wird. Hoffentlich können wir unseren Lesern bald Näheres über denselben mittheilen.

Ueber Neuerungen an Nivellirinstrumenten berichtet der französische Delegirte

Herr Lallemand. Die Anordnung von total reflectirenden Prismen am Fernrohre des Nivellirinstrumentes zur Sichtbarmachung des Niveaus vom Standpunkte des Beobachters uns ist unseren Lesern bereits bekannt (vgl. diese Zeitschr. 1886 S. 174). Um die Länge der Nivellirlatten stets controliren zu können, verwendet Oberst Goulier bimetallische dünne Stäbe, welche mit der Latte fest verbunden sind. Herr Lallemand giebt den Theilungen seiner Latten, um Irrthümer der Ingenieure leicht zu ermitteln, systematische Fehler, deren Gesetz und Betrag nur der Centralbehörde bekannt ist.

Der Dienst der Mareographen ist in Frankreich sehr ausgebildet. Es sind am Mittelländischen Meere 5 und an der Küste des Oceans 17 Apparate aufgestellt, welche drei Constructionstypen vertreten. Die Reitz'sche Construction ist nur durch den einen Apparat in Marseille vertreten. Die beiden anderen, einfacheren Constructionen sind von Herrn Lallemand angegeben und zerfallen in pneumatische Mareographen und in sogenannte *médimarémètres*. Bei den ersteren steht ein registrirendes Manometer durch ein dünnes Kupferrohr mit einem lufterfüllten Recipienten, der auf den Meeresboden versenkt ist, in Verbindung. Die letztere Gattung von Apparaten giebt, wie schon der Name sagt, das Mittel von Ebbe und Fluth (*marée*) an. Die Fluthbewegung wird derart in das Innere eines Rohres übertragen, dass die Amplitude der Oscillation nicht mehr als ein Bruchtheil eines Centimeters beträgt, so dass also das Mittelwasser nahezu direct angegeben wird; Vergleichungen mit dem Reitz'schen Apparate in Marseille sollen befriedigende Resultate ergeben haben. — Den vom K. Preuss. Geodätischen Institut in Travemünde aufgestellten, selbstregistrirenden Pegel von Prof. Seibt hat letzterer in dieser Zeitschr. S. 7 dieses Jahrganges selbst beschrieben.

Ueber den von dem schwedischen Geodäten Jäderin vorgeschlagenen Basisapparat, welchen Ref. im Jahrgange 1885 dieser Zeitschr. S. 362 auf Grund der damals vorliegenden Probemessungen nicht ganz günstig beurtheilen zu sollen glaubte, berichtet Herr v. Struve nach den von Döllen mit dem Apparate vorgenommenen Prüfungen. Herr v. Struve ist der Ansicht, „dass in der That dieser Apparat in Zukunft eine bedeutende „Rolle in der Geodäsie zu spielen berufen sein dürfte. Bei der Schnelligkeit des Operirens „mit demselben würden Basismessungen, wie es gewiss zu wünschen ist, viel zahlreicher „und in viel kleineren Abständen von einander ohne viel Mühe ausgeführt werden können „als wie mit den gegenwärtig gebräuchlichen, complicirten und schwerfälligen Apparaten „geschehen kann, und, wie es scheint, auch ohne Einbusse an der mit Recht an Basismessungen „zu stellenden Anforderung an Genauigkeit. Ueberdies würde die Leichtigkeit des Transportes „die Anwendung jenes Apparates auch in Gegenden gestatten, die für die gebräuchlichen „Basisapparate als unzugänglich bezeichnet werden müssten." Herr v. Struve fügt jedoch hinzu, dass die Untersuchungen über den Jäderin'schen Apparat noch nicht abgeschlossen seien; namentlich mangele es noch an einem Nachweise seiner Constanz, sowie an einem streng begründeten Urtheile über die mit demselben zu erreichende Genauigkeit.

Ein in der mechanischen Werkstatt der Pulkowaer Sternwarte nach Döllen's Angaben construirtes neues Universalinstrument soll gestatten, alle für die höhere Geodäsie erforderlichen astronomischen Bestimmungen und trigonometrischen Messungen mit grösster Schärfe auszuführen. Herr v. Struve ist geneigt, dem Instrumente eine erfolgreiche Zukunft in Aussicht zu stellen. Ueber die Construction und Leistungsfähigkeit des Instrumentes giebt eine Schrift des Kapitän Witkowsky ausführliche Auskunft; wir hoffen unseren Lesern demnächst Näheres über dasselbe mittheilen zu können.

Einen wichtigen Beschluss hat die Conferenz betreffs der in den verschiedenen Ländern vorhandenen Prototyp-Maassstäbe gefasst, dahin gehend, dass alle im Laufe des letzten Jahrhunderts zu wichtigen geodätischen Messungen gebrauchten Toisen und Maassstäbe im internationalen Meterbureau zu Paris sowohl unter sich und mit der *Toise du Pérou*, als auch mit dem neuen internationalen Meter verglichen werden sollen. Diese Arbeit wird erst alle in den verschiedenen Ländern ausgeführten Messungen streng vergleichbar und daher für Erdmessungszwecke verwendbar machen.

Im Vorstehenden ist das Wichtigste angeführt, was die Verhandlungen vom Standpunkte der Instrumentenkunde bieten. Hoffen wir, dass der nächste Band uns recht viel Neues und Interessantes zeigen wird; dann wird vermuthlich auch die Erdmessung selbst mannigfache Fortschritte aufzuweisen haben. *W.*

F. A. Heissig, Grundlehren des Zirkel- und Linealzeichnens. Mit Tafeln. Wien. Halm & Goldmann. M. 4,00

A. v. Ihering, Katechismus der mechanischen Technologie. Leipzig. J. J. Weber. M. 4,00.

K. Jost, Ueber einen neuen Ellipsenzirkel. Wien. M. 0,30.

L. Gioppi, Manuale pratico di fotografia alla gelatina-bromuro d'argento. Livorno. M. 1,20.

J. M. Eder, Die Moment-Photographie in ihrer Anwendung für Kunst und Wissenschaft. Halle. 1. Serie M. 24,00, 2. Serie M. 18,00.

A. Martens, Die Festigkeitseigenschaften des Magnesiums. Berlin. Springer. M. 4,00.

E. Rohrbeck, Vademecum für Elektrotechniker. 5. Jahrgang 1888. Halle. M. 3,00.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 20. September 1887. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr H. Kaiser führte die von M. Görisch in Berlin, Zimmerstrasse 72, construirte und zum Patent angemeldete elektrische Schnellbohrmaschine vor. An einer runden Säule mit Fussplatte ist oben der Elektromotor befestigt; der Inductor desselben hat nach oben und unten Verlängerungen, mit denen er in Lagern läuft; die untere Verlängerung trägt mittels der üblichen Bohrhülse den Bohrer. Unten an der Säule ist ein vertical verstellbarer Arm angebracht, welcher den Bohrtisch trägt; letzterer wird mittels eines Hebels nach Bedarf gehoben und gegen die Bohrspitze gedrückt; auch lässt sich der Bohrtisch durch eine besondere Stellvorrichtung in einer oft hintereinander vorkommenden Stellung, zum Beispiel zum Versenken von Schraubenköpfen, festhalten. Zur Aufsammlung von Kraft und zur energischen Unterstützung der Bohrwirkung sind zwischen Inductor und Bohrhülse Schwungkugeln angebracht. Die Maschinen werden vorläufig in zwei verschiedenen Grössen — für Löcher bis 5 bezw. 10 mm und zum Preise von 75 bezw. 120 Mark — angefertigt.

Hierauf sprach Herr A. Beneckc über die Anschütz'schen photographischen Serienaufnahmen und den sogenannten Schnellseher. Der Vortragende schilderte in anschaulicher Weise das Anschütz'sche Verfahren und seine Bedeutung für Wissenschaft und Praxis, namentlich für das Studium der Bewegungserscheinungen und beschrieb dann den von Anschütz zur anschaulichen Wiedergabe seiner Momentaufnahme benutzten Schnellseher. (Eine kurze Beschreibung dieses Apparates, der u. A. auch auf der diesjährigen Ausstellung während der Naturforscher-Versammlung zu Wiesbaden vertreten war, werden unsere Leser in dem im nächsten Hefte beginnenden Bericht über diese Ausstellung finden. Anm. d. Red.)

Die Vorführung eines Apparates zum Schreiben von Namen und Zahlen u. s. w. auf Röhren und Flächen beschloss den Abend. (Vgl. das diesjährige Mai-Heft dieser Zeitschr. S. 188, Gravirmaschine für Rohre und andere gekrümmte Flächen, von Lisser & Benecke).

Sitzung vom 4. October 1887. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Der Vortrag des Abends berührte nicht unmittelbar das technische Gebiet, erregte aber doch das Interesse der Versammlung. Herr Jerke sprach über die Gedächtnisskunst, ihren Werth für das praktische Leben, gab Anleitungen zum selbständigen Gebrauch derselben und zeigte in anregender Weise, wie die Mnemonik für die Thätigkeit des Mechanikers, z. B. zum Aneignen und Festhalten physikalischer Constanten u. s. w. verwerthbar gemacht werden könnte. Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Neuerung an Metallthermometern. Von J. Weytruba in Prag. No. 39459 vom 13. Februar 1886.

Der Zeiger *R*, (Fig. 1 u. 2) welcher die Wärmegrade anzeigt, wird durch die Spiralfeder *P* in der Richtung des Uhrzeigers gedreht, wobei sich ein an der Spindel *zz* und zugleich am Hebelarm *h* befestigter Faden *i* auf diese Spindel aufwickelt und dieses Hebelende gegen die Spule *zz* anzieht. Dieses geschieht nur bei einer Temperaturerhöhung, wogegen bei Abkühlung durch Einwirkung des Stiftes *c* auf den Arm *k* des Hebels *km* das Hebelende *h* von der Spindel *zz* abgezogen und der Zeiger *R* in einer dem Uhrzeiger entgegengesetzten Richtung umgedreht wird.

Die Uebertragung der zu messenden Ausdehnungsdifferenzen des unteren Schaftes *ab* mittels des Gestänges *km* und *gh* geschieht hierbei in der Art, dass die ungleiche Erwärmung oder Abkühlung des dieses Gestänge umschliessenden Schaftes auf die Anzeige keinen schädlichen Einfluss ausübt, indem der Ausschlag des Hebels *gh* von der Längendifferenz des Hebelarmes *xm*, infolge der freien Verbindung des Gestänges mit Hilfe der Gabel *m*, unbeeinflusst bleibt. Selbst die Drehungsdifferenz der Hebelarme *yg* und *yh* erzeugt nur einen unbedeutenden und theilweise sich compensirenden Fehler.

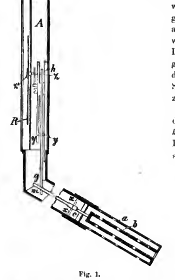
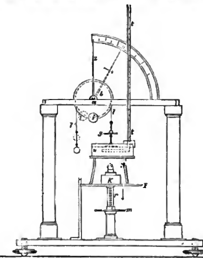




Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Apparat zur Messung der Cohäsionskraft von Flüssigkeiten. Von Jähns in Köln a. Rh. No. 39246 vom 14. September 1886.



Die Cohäsionskraft der zu prüfenden Flüssigkeit wird nach der bekannten Methode ermittelt, nach welcher man die Kraft misst, die nothwendig ist, um eine an der Oberfläche der Flüssigkeit adhärirende Scheibe von derselben abzureissen. Diese Scheibe wird hier durch den metallenen Hohlkörper *g* gebildet. Im Behälter *u* befindet sich die Prüfungsflüssigkeit. Zur Messung der zum Abreissen von *g* erforderlichen Zugkraft ist hier eine Neigungswage angewendet, die durch eine auf ihrer Drehaxe *a* befindliche Schnurrolle *b* und einen um dieselbe geschlungenen Faden *l* mit *g* in Verbindung steht; *i* ist das den Schwerpunkt der Wage festlegende Gewicht, *z* der Zeiger der Wage. Bei der Prüfung bringt man zunächst die Scheibe *g* in Berührung mit der Flüssigkeit und senkt hierauf, indem man die als Handrädchen *m* ausgebildete Mutter der Schraube *r* dreht, das auf dem Tisch *p* stehende Gefäss *u* unter Beobachtung des Zeigerstandes so lange, bis *g* abreisst; *k* ist eine Heizvorrichtung, *t* ein Thermometer.

Gasbürette. Von B. Franke in Berlin. No. 39595 vom 9. December 1886.

Nachdem man den Messraum *A* aus der Leitung mit dem zu untersuchenden Gase gefüllt hat, schliesst man Hahn *a* und nach Ausschalten der Leitung auch Hahn *b*.

Hierauf wird das Instrument umgekehrt, der Raum *B* mit der betreffenden Absorptionsflüssigkeit angefüllt und der Hahn *c* des eingeführten Stopfens geschlossen. Oeffnet man nun den Hahn *b*, so wird die Flüssigkeit nach *A* fliessen und das Gas nach *B* wandern. Nach gutem Durchschütteln lässt man die Flüssigkeit wieder in den Raum *B* laufen, schliesst den Hahn *b*, giesst die Absorptionsflüssigkeit aus *B* aus und füllt diesen Raum mit Wasser.

Taucht man nun die Bürette bei geöffnetem Hahn *c* soweit in Wasser ein, bis dasselbe innen und aussen gleich hoch steht, so wird man, weil das ursprüngliche Gasvolumen unter dem gewöhnlichen Luftdruck abgeschlossen wurde, an der Scale direct die Volumenprocente des absorbirten Gases ablesen können.

Einstellvorrichtung an Zugfernrohren. Von E. v. Paschwitz in Rosenheim, Bayern. No. 39656 vom 19. November 1886.

Die Neuerung an Zugfernrohren bezweckt, die Dauer des feinen Einstellens auf das Object abzukürzen.

Um dies zu erreichen ist in einem der Zugrohre der Länge nach ein Schlitz *S* angebracht, dessen eines Ende *E* in seinem Verlauf Aehnlichkeit mit einem Schraubengewinde besitzt. In genannten Schlitz passt ein am nächstbefindlichen Rohr befestigter Dorn *D*, wodurch das Rohr eine Führung erhält, in deren längerem Theile es durch den Zug verschoben und grob gestellt, in deren kurzem Theil *E* es gedreht werden kann, wodurch die feine Einstellung bewirkt wird.

Quecksilberluftpumpe. Von W. Maxwell und T. V. Hughes in London. No. 39380 vom 14. Aug. 1886.

Nach dieser Erfindung ist eine Sprengel-Pumpe mit einem Apparat zum Heben des in der Pumpe sich ansammelnden Quecksilbers mittels Luftdruckes combinirt. Letztere ist aus starkem

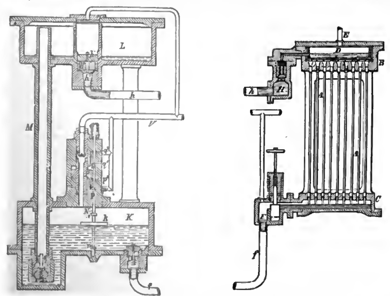


Fig. 1. Fig. 2.

Material, namentlich Eisen, so gemacht, dass alle Theile ohne Schwierigkeit dicht erhalten werden können. Durch die Verbindung des Behälters *B* (Fig. 2) mit dem zu evacuirenden Gefässe mittels des Rohres *E* findet eine Evacuirung in der Weise statt, dass das Quecksilber, indem es tropfen-

weise in die Röhren $A A$ gelangt, in diesen continuirlich kleine Luftbläschen nach Gefäss C treibt, von wo dieselben durch einen andern Vacuumapparat abgesaugt werden.

Der Apparat zum Heben des Quecksilbers vom Behälter C zum weiteren Gebrauch nach Behälter B bezw. D besteht in der Combination der mit Gefässen C und B durch Röhren f und h in Verbindung stehenden Behälter K und L (Fig. 1), welche unter sich mittels des Steigrohres M verbunden sind. Ein Heben des Quecksilbers von K nach L findet nun in der Weise statt, dass mittels des Schwimmers k, der zwischen $n n$ auf der Steuerstange N gleiten kann, der durch die ringförmigen Nuten p und q wie ein Schieber wirkenden Stange N, der Canäle $p^1 p^2 r q^1 q^2$, und des Steuerkolbens P in Verbindung mit der Vacuumröhre V im Behälter K einmal ein partielles Vacuum erzeugt wird, zum Ansaugen des Quecksilbers aus dem Behälter F, das andere Mal der Atmosphärendruck eingelassen wird, wobei das Quecksilber durch Rohr M nach Behälter L fliesst in Folge des hier ständig herrschenden Vacuums. Steigt der Kolben h, durch den Druck des Quecksilbers, so öffnet er das Ventil h_1, sodass das Quecksilber durch h nach H (Fig. 2) fliessen kann, zugleich aber, da beim Steigen des Randes h_2 die Canäle von L mehr oder weniger geschlossen werden, kann nur ein Theil des Quecksilbers nach H abfliessen. Auf diese Weise wird Behälter D beständig mit Quecksilber gespeist.

Luftthermometer von O. Knöfler in Leipzig. No. 40081 vom 1. Januar 1887.

Der Einfluss der Temperatur des zwischen dem Messungsorte und dem Ablesungorte gelegenen Raumes auf die zum Manometer führende Leitung eines Luftthermometers wird dadurch aufgehoben, dass neben derselben eine zweite geschlossene Leitung von gleicher Weite, also eine den gleichen Einflüssen wie die erste ausgesetzte Leitung angeordnet ist, deren luftförmiger Inhalt auf das Manometer in entgegengesetzter Weise einwirkt. (P. B. 1887, No. 31).

Quecksilber-Barometer von W. Huch in Schöningen, Braunschweig. No. 40676 vom 6. März 1887.

Der luftleere Rohrschenkel ist in einer symmetrisch zur verticalen Mittellinie und zum Schwerpunkte des Barometers liegenden Zickzacklinie gebogen, um eine verlängerte Scale zu gewinnen und gleichzeitig zu erreichen, dass das Barometer, frei aufgehängt, selbstthätig sich lothrecht einstellt. (1887, No. 38).

Für die Werkstatt.

Beisszange mit auswechselbaren Backen.

Von der Firma Bluth & Cochius in Berlin, Wallstrasse 3, hat Ref. ein Probeexemplar einer Beisszange erhalten, welche als recht praktisch allgemeinste Beachtung verdient. Der Körper der Zange ist aus Bessemerstahl unter Anwendung eines günstigen Hebelverhältnisses solide und in handlicher Form hergestellt. Die Schneidebacken, aus bestem Gussstahl gefräst und vorsichtig gehärtet, sind mit dem Körper durch je zwei Schrauben verbunden und auswechselbar. Die Art der Herstellung lässt eine zähere Härte der Schneidebacken voraussetzen, als wir sie im Durchschnitt bei gewöhnlichen Beisszangen finden. Bei diesen wird Körper und Schneide aus einem Stück, ev. durch Anschweissen von Stahl für die Schneide, hergestellt und es liegt nahe, dass das Material hierbei häufig zu grossen Hitzegraden ausgesetzt wird und dann erfahrungsmässig leicht ausbröckelt. Bei der vorliegenden Trennung von Körper und Backe ist die Wahl eines guten Materiales für letztere, sowie bei fabrikmässiger Herstellung deren tadellose Härtung, leicht zu erreichen.

Der Sitz der Backen ist so angeordnet, dass der Druck, der beim Gebrauch auf dieselben ausgeübt wird, nicht durch die Befestigungsschrauben, sondern durch Theile übertragen wird, die in der Druckrichtung des Zangenkörpers liegen, so dass die Befestigungsschrauben beim Gebrauche fast gar keine Beanspruchung erfahren. In dem einen Schenkel der Zange ist eine Stellschraube angebracht, welche den bei geschlossener Zange zwischen den Schneiden verbleibenden Zwischenraum zu regeln gestattet, da directe Berührung der Schneiden zu vermeiden ist. Die Zange wird 13 und 20 cm lang zum Preise von bezw. M. 2,50 und 3,50, ein Paar Schneidbacken zum Preise von M. 0,75 geliefert. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Lange jetzt Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

VII. Jahrgang. **November 1887.** Elftes Heft.

Bericht über die ersten zehn Geschäftsjahre der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Mitgetheilt vom Vorstande.

Der Gedanke einer Vereinigung zunächst der Berliner Mechaniker und Optiker zur gegenseitigen Anregung und Belehrung und zu gemeinschaftlichem Streben wurde bereits im Jahre 1861 laut. Es geschah dies bei dem feierlichen Einzuge Sr. Majestät des Königs Wilhelm nach der Krönung in Königsberg, bei welchem sich die Berliner Mechaniker und Optiker, etwa 150 an der Zahl, betheiligt hatten und zu welchem Zwecke ein Banner beschafft wurde. Die gemeinschaftlichen Besprechungen, welche hierbei nothwendig waren, gaben Veranlassung, dem obigen Gedanken Ausdruck zu geben, doch mochte der damalige Stand der Präcisionstechnik der Ausführung desselben nicht recht günstig sein. Es blieb bei der Absicht und erst nach einer Reihe von Jahren, als Erfahrungen, u. A. auf der Londoner Ausstellung im Jahre 1876, das Fehlen eines corporativen Zusammenhaltens recht fühlbar gemacht hatten, wurde unter den Berliner Mechanikern der Wunsch nach einer Vereinigung wieder laut. Den äusseren Anlass hierzu gab die Feier des 50jährigen Mechaniker-Jubiläums des (vor einigen Tagen leider verstorbenen) Herrn Linemann im Jahre 1877. Die bei dieser Gelegenheit gepflogenen Besprechungen veranlassten Herrn Hofmechanikus P. Dörffel im Mai 1877 eine Versammlung zur Begründung eines Vereines Berliner Mechaniker und Optiker einzuberufen; in derselben wurde die Vereinigung beschlossen und eine Commission, bestehend aus den Herren Bamberg, Bonsack, Dörffel, Färber, Haensch, Hirschmann, Polack, Schieck und Sprenger gewählt, welche mit der Ausarbeitung von Statuten beauftragt wurde. Der von dieser Commission nach einigen Wochen vorgelegte Statutenentwurf wurde zunächst provisorisch angenommen und nach seiner Durchberathung durch eine verstärkte Commission im September desselben Jahres definitiv genehmigt. Der Verein erhielt den Namen „Fachverein Berliner Mechaniker“ und bezweckte neben gegenseitiger Hilfe und Förderung in gewerblichen Dingen hauptsächlich die wissenschaftlich-technische Pflege der Präcisionsmechanik sowohl innerhalb der engeren Grenzen der Fachgenossen als in Gemeinschaft mit den sich für die mechanische Kunst interessirenden Gelehrten.

Nachdem der Verein sich in den ersten Jahren seines Bestehens gekräftigt und Vertrauen zu seiner Thätigkeit gewonnen hatte, beschloss er im Januar 1881 durch eine Aenderung seiner Statuten auch den übrigen deutschen Mechanikern den Beitritt zu dem Verein und das Mitarbeiten an den Zielen desselben zu ermöglichen und nahm dementsprechend den Namen „Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik“ an.

Die **Vorstandsämter** waren im Laufe der Zeit in folgenden Händen. Als erster Vorsitzender fungirte bis Mitte des Jahres 1883 der Begründer des Vereins Herr **Dörffel**; nach seinem sehr bedauerten Rücktritt hat bis jetzt an der Spitze der Gesellschaft Herr **Fuess** gestanden. Das Amt des zweiten und dritten Vorsitzenden verwalteten nach und nach die Herren **Bamberg**, **Haensch**, **Fuess**, **Handke** und **Stückrath**. Die Geschäfte der Schriftführer lagen in dem ersten Jahre in den Händen der Herren **Polack** und **Färber**; von 1879 bis jetzt ist Herr **Blankenburg** als erster Schriftführer thätig gewesen, während das Amt des zweiten Schriftführers nach einander die Herren **Polack**, **Brandt** und **Baumann II** bekleideten. Die Kassengeschäfte hat seit der Begründung des Vereins bis zum Jahre 1886 Herr **Sprenger** geführt, zu welcher Zeit sie Herr **Polack** übernahm. Der Verwaltung des Archivs widmete sich von 1877 bis 1882 Herr **Schieck**, von da bis 1887 Herr **Stückrath** und im letzten Jahre Herr **Götte**. Zahlreiche andere Mitglieder nahmen im Laufe der zehn Jahre als Beisitzer an den Geschäften des Vorstandes Theil.

Die **Mitgliederzahl** ist, nachdem zunächst ein allmäliges Anwachsen stattgefunden hatte, in den letzten Jahren fast unverändert verblieben. Gegenwärtig gehören 133 Berliner und 64 auswärtige Mitglieder der Vereinigung an. — Im April 1884 hatte die Gesellschaft die Freude, ihr ältestes Mitglied, Herrn Rechnungsrath Th. **Baumann** bei Gelegenheit seines 50 jährigen Jubiläums als selbständiger Mechaniker zum **Ehrenmitglied** zu ernennen.

Nachdem wir im Vorstehenden das geschäftliche Leben des Vereins geschildert haben, wollen wir nunmehr darüber berichten, wie derselbe die Aufgaben, die er übernommen, zu lösen bisher bemüht gewesen ist.

Ihre Hauptaufgabe hat die Gesellschaft darin gesucht, **die wissenschaftliche Vertiefung und technische Förderung der mechanischen Kunst** nach Kräften zu unterstützen. Die Gesellschaft hat dies zunächt durch fachwissenschaftliche Vorträge und Mittheilungen technischen Inhaltes zu erreichen gesucht, für welche sie einer grossen Anzahl von Gelehrten und vielen ihrer Mitglieder zu grossem Danke verpflichtet ist. Ausserdem gaben die an den Sitzungsabenden im Fragekasten niedergelegten Fragen häufig Gelegenheit zu anregenden und belehrenden Discussionen. Es würde zu weit führen, den Inhalt der Vorträge und technischen Mittheilungen hier wiederzugeben, ja es würde schon zu sehr ermüden, wenn wir die Namen der Vortragenden und die behandelten Themata mittheilen wollten. Nur aus einem im Februar 1878 von Herrn Geh. Reg.-Rath Professor Dr. **Foerster** gehaltenen Vortrage wollen wir hier Einiges mittheilen, nicht nur weil er der erste grössere vor der Gesellschaft gehaltene gewesen ist, sondern vielmehr, weil sein Inhalt gewissermaassen das Programm der Gesellschaft darstellt. Herr Professor Foerster sprach über die **Genauigkeit in der Präcisionstechnik** in folgender Weise:

„Die Gefahren, welche für Wissenschaft und Praxis aus unkritischem Streben nach Genauigkeit hervorgehen, sind nicht gering; besonders wirkt Unklarheit über das Wesen der Fehler, die von allen Messungsoperationen untrennbar sind, verwirrend. Nichts ist in der Vergangenheit schädlicher gewesen und auch jetzt noch von nachtheiligerer Wirkung als der Glaube, dass bei genauen Arbeiten überhaupt keine Fehler vorkommen dürfen. Diese auf mangelhafter Sachkenntniss beruhende Illusion hat auf allen denjenigen Gebieten, auf denen sie Geltung hatte, zur Unwahrheit geführt. Um die trotz der grössten Bemühungen vorgekommenen Fehler zu verdecken und eine absolute Genauigkeit zu affectiren, hat man vielfach und lange Zeit hindurch auf wichtigen Feldern der menschlichen Thätigkeit den reinen Sachverhalt durch völlig

willkürliche Correcturen getrübt. Eine andere Wirkung jener Uebertreibung ist nachweislich die gewesen, dass die ausführenden Kräfte unter dem Zwange ungesunder Genauigkeitsforderungen die Freudigkeit, so genau als möglich zu arbeiten, eingebüsst und natürlich da, wo keine Controle eingetreten ist, mit der grössten Sorglosigkeit gearbeitet haben, weil sie doch die übertriebenen Anforderungen niemals befriedigen zu können meinten.

„In Verbindung mit jener irrthümlichen Auffassung der Möglichkeit, Fehler zu vermeiden, liegen weitere Gefahren in der Unkenntniss über den unter gewissen Umständen erreichbaren und erforderlichen Genauigkeitsgrad. Hier können natürlich durch die Ansetzung sowohl einer zu engen als einer zu weiten Fehlergrenze Irrthümer entstehen. Ein charakteristisches Beispiel des Schadens, welcher durch zu ängstliche Ansetzung des verlangten Genauigkeitsgrades entstehen kann, stellt sich in dem so häufigen Verfahren dar, sich bei der Messung und der Rechnung mit zu vielen Decimalstellen zu belasten; es kommt dann häufig vor, dass, wie ein Franzose witzig sagte, die achte Decimalstelle richtig und die zweite oder dritte falsch ist.

„Sodann liegt eine Reihe von erheblichen Gefahren in der auf mangelhaftem Sachverständniss beruhenden Ungleichartigkeit der Genauigkeitsforderung. Wenn man bei der Ausführung oder bei der Handhabung eines Instrumentes, welches verschiedenen Arten von Fehlerquellen unterworfen ist, die eine Fehlerquelle mit sehr grosser, die andere mit sehr geringer Genauigkeit behandelt, so ist oftmals nicht nur die auf die grössere Genauigkeit der Behandlung der ersteren verwandte Mühe in dem Resultat gänzlich verloren, sondern es entsteht auch noch der grosse Uebelstand, dass man in Folge der nun einmal aufgewandten Mühe und ohne rechte kritische Durchdringung der gesammten Fehlereinflüsse dem gefundenen Resultate eine eingebildete Genauigkeit beilegt; hierdurch sind aber bereits in zahlreichen Fällen erhebliche Verirrungen der wissenschaftlichen Meinungen angerichtet worden. Es ist also nicht nur für die Oekonomie, sondern auch vorzugsweise für die Wahrheit und den Frieden innerhalb der Wissenschaft und Technik von der grössten Bedeutung, dass eine tiefere Kenntniss der Genauigkeitsverhältnisse und gleichmässige kritische Handhabung derselben mit Vermeidung alles Genauigkeitsluxus immer mehr sich verbreitet.

„Eine Präcisionsleistung der Forschung und der Technik ist nicht eine solche, welche bloss in irgend einer Hinsicht mit hervorragender Genauigkeit ausgeführt ist, sondern eine solche, welche mit vollbewussten Zielen und gleichartiger, richtig abgestufter Genauigkeit durchdacht und in allen ihren Theilen durchgeführt ist. Eine Leistung von verhältnissmässig geringer Genauigkeit kann in diesem Sinne, besonders wenn ihr Genauigkeitsgrad mit voller Offenheit und Sicherheit angegeben ist, einen viel höheren Präcisionscharakter haben, als eine zum Theil zu äusserster Subtilität gesteigerte, aber durch Ungleichartigkeit oder durch Unkenntniss, bezw. Verhüllung ihres partiellen Zurückbleibens getrübte Leistung.

„Das wahre Wesen der Genauigkeit ist nicht nur das Bestreben nach äusserster Annäherung an die Wahrheit, sondern ebensowohl die rückblickende Wahrheit, die unbedingte Aufrichtigkeit des Zugeständnisses auch des Verfehlten, und die Gewissenhaftigkeit in der Beachtung der grossen Pflichten, welche jeder, der ein Instrument bearbeitet oder zur Erzielung von Forschungsresultaten verwendet, gegen diejenigen übernimmt, welche auf seiner Arbeit weiter bauen wollen. Der bis zu Ende durchgeführte Genauigkeitssinn gegen sich und Andere führt auf diesem Wege auch zur wahren Gerechtigkeit gegen Andere und diese ist uns gerade in Zeiten

wie die gegenwärtigen ein gegenseitiges Bedürfniss. In einer Zeit, in welcher der Fortschritt der geistigen Entwicklung auf allen Gebieten ein so schneller ist wie jetzt, braucht sich Niemand mehr zu schämen, wenn er mit seinen Leistungen gelegentlich gegen Besseres zurücksteht; nur dann würde er schweren Tadel verdienen, wenn er dieses Zurückstehen durch Verhüllung der Irrungen, die er etwa begangen, zu einem weiter wirkenden Schaden anwachsen lassen wollte.

„Je mehr nun jeder Einzelne der auf echtem Genauigkeitssinn beruhenden Gerechtigkeit in der Beurtheilung von Seiten der Anderen sicher ist, desto freier von Trübungen durch Persönlichkeits-Interessen wird das Zusammenwirken sich gestalten. In der Technik speciell wird eine Stärkung des wahren Genauigkeitstrebens, welches nicht bloss der Subtilität, sondern auch der Solidität und Aufrichtigkeit dient, mittels eines geregelten Specialitätenbetriebes und eines gedeihlicheren Zusammenwirkens der einzelnen Thätigkeitszweige, der wissenschaftlichen Entwicklung besonders zu Gute kommen.“

In weiterer Verfolgung ihrer wissenschaftlichen Ziele hielt die Gesellschaft die Begründung eines regelmässig erscheinenden, der Pflege der praktischen Präcisionsmechanik und der theoretischen Instrumentenkunde gewidmeten Fachorganes für nothwendig. Schon bald nach der Begründung der Gesellschaft wurden von einzelnen Mitgliedern Anträge gestellt, welche die Nothwendigkeit des Erscheinens eines solchen Organes bewiesen. Diese Bestrebungen deckten sich mit dem in Gelehrtenkreisen schon seit längerer Zeit gefühlten Bedürfniss, eine engere Verbindung zwischen allen denjenigen, welche die technischen Hilfsmittel der Forschung herstellen und denjenigen, welche dieselben verwenden, herbeizuführen. Unter Mechanikern sowohl wie unter Gelehrten war die Ueberzeugung weit verbreitet, dass der Mechaniker einerseits viel zu wenig von dem erfährt, was die von ihm hergestellten Instrumente leisten, und der Forscher andrerseits viel zu selten Einblicke in die Eigenschaften und Behandlung des Materials und in die Bearbeitung der daraus zu bildenden Formen und Constructionsglieder seiner Apparate empfängt; es herrschte ferner die Ueberzeugung, dass es sowohl unter den Männern der Wissenschaft wie unter denen der Technik an dem so nothwendigen Zusammenwirken fehle, um theils für die Messungen und Berechnungen, theils für gewisse Constructionen und Constructionstheile gleichartige und allgemein giltige Grundlagen zu schaffen, und dass es endlich noch vielfach an gründlichen Erörterungen der mit den einzelnen Instrumenten wirklich erreichbaren Genauigkeiten mangle. Besprechungen über diese Punkte zwischen hervorragenden Gelehrten und namhaften Mechanikern führten zu der Herausgabe der seit dem Januar 1881 erscheinenden *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, welche als Organ der Gesellschaft anerkannt wurde. Unseren Mitgliedern ist diese Zeitschrift zu bekannt, als dass weitere Bemerkungen über den Charakter und Inhalt derselben nothwendig wären.

Es durfte nicht fehlen, dass die für die Zukunft der Technik so nothwendige wissenschaftliche und technische Ausbildung der jüngeren Mechaniker von der Gesellschaft in den Kreis ihrer Aufgaben gezogen wurde. Zunächst wurden Zeichencurse für Mechaniker-Lehrlinge eingerichtet, in welchen geometrisches Zeichen und Projectionslehre, sowie Freihandzeichen gelehrt wurde. Diese Curse führten zur Errichtung einer Fachschule, welche im October 1879 mit 74 Schülern eröffnet wurde, und in der ausser im Zeichnen noch in Mathematik und Physik unterrichtet wurde; der Durchschnittsbesuch der Schule betrug 60 Schüler. Nach dreijährigem Bestehen, während welcher Zeit die Gesellschaft bedeutende financielle Zuschüsse und eine An-

zahl eifriger Mitglieder dem Gedeihen der Anstalt manche Opfer brachten, ging die Fachschule in die Berliner Handwerkerschule auf, und es wurden specielle Curse für Mechaniker eingerichtet. — Von grosser Bedeutung für die Ausbildung der jüngeren Mechaniker ist endlich die vor zwei Jahren an der Handwerkerschule errichtete Tagesklasse für Mechaniker-Gehilfen, welche dem Entgegenkommen der Berliner städtischen Behörden zu verdanken ist. Der Cursus der Klasse ist halbjährlich; der Lehrplan enthält in 36 wöchentlichen Stunden:

6 Stunden Mathematik,
6 „ Physik,
2 „ mechanische Technologie,
4 „ Constructionslehre,
4 „ Instrumentenkunde,
14 „ Entwerfen von Instrumenten und Instrumententheilen.

Das Schulgeld beträgt 60 Mark; für ärmere Schüler können einige Freistellen bewilligt werden; in dieser Hinsicht wird die neubegründete Fraunhofer-Stiftung helfend thätig sein können. Der erste Cursus wurde im April 1885 mit 14 Schülern eröffnet. Der günstige Einfluss dieser Klasse auf die Präcisionstechnik wird sich erst in der Folge bemerkbar machen.

Die Bibliothek der Gesellschaft hat bis jetzt noch keinen grossen Umfang, doch haben die Mitglieder das Recht, die reichhaltige Bibliothek der Polytechnischen Gesellschaft zu benutzen.

Eine für die Technik sehr wichtige Frage, die Sammlung und Prüfung von Werkstattsrecepten und Werkstattshilfsmitteln hat die Gesellschaft der Bearbeitung einer Commission anvertraut. Dieselbe hat nach eingehenden Berathungen die Herausgabe eines „Handbuches für die Werkstatt“ beschlossen, in welchem nur solche Recepte und Hilfsmittel aufgenommen werden sollen, welche von der Commission praktisch erprobt und für gut befunden worden sind. Bei der Schwierigkeit und dem Umfange der Materie sind die Arbeiten noch nicht sehr weit gediehen; es steht indess zu hoffen, dass die technische Abtheilung der neu begründeten physikalisch-technischen Reichsanstalt bei der Herausgabe des Receptbuches ihren Rath und ihre Hilfe leihen wird.

An der Begründung der oben erwähnten Reichsanstalt hat die Gesellschaft einen ehrenvollen Antheil gehabt, der am Besten aus der nachfolgenden kurzen Schilderung über die Errichtung der Anstalt hervorgehen wird:

Im Anfange der siebziger Jahre zeigte die deutsche Präcisionsmechanik, die sich bis dahin eines guten Rufes in der wissenschaftlichen Welt erfreut hatte, zufolge mehrfach zusammenwirkender Umstände einen grossen Niedergang ihrer Gesammtleistung, so dass die Bedürfnisse der wissenschaftlichen Institute an mehreren wichtigen Gattungen von Präcisionsinstrumenten zum Theil nur nothdürftig, zum Theil gar nicht mehr gedeckt werden konnten und mehrfach die Leistungen des Auslandes in Anspruch genommen werden mussten. Diese Nothstände veranlassten im Jahre 1872 Herrn Professor Dr. Schellbach in Berlin, in Verbindung mit den Herren von Helmholtz, Dubois-Reymond, Foerster, Bertram und Paalzow, Vorschläge zur Errichtung eines der Förderung der Präcisionsmechanik gewidmeten Staatsinstitutes auszuarbeiten, welche die gnädige Unterstützung Sr. K. K. Hoheit des Kronprinzen fanden. Die weitere Entwicklung der Angelegenheit wurde alsdann von dem General-Feldmarschall Grafen von Moltke, als Vorsitzenden des Central-Directoriums der Vermessungen in Preussen, in die Hand genommen. Aus den Be-

rathungen einer von ihm gegen Ende des Jahres 1873 zusammenberufenen Fachcommission ging im Januar 1874 eine Reihe von Vorschlägen zur Hebung der wissenschaftlichen Mechanik und Instrumentenkunde hervor, welche die Grundlage einer von der Königl. preussischen Staatsregierung im Jahre 1876 dem Abgeordnetenhause übergebenen Denkschrift bildeten. Die Denkschrift und ihre Voranschläge fanden allseitige Zustimmung und es wurde beschlossen, in der damals im Bau begriffenen technischen Hochschule zu Berlin geeignete Räume für die Errichtung eines Institutes zur Pflege der Präcisionsmechanik vorzusehen.

Unter den Mechanikern und Optikern, welche an diesen einleitenden Vorverhandlungen keinen unmittelbaren Antheil gehabt hatten, fanden die Bestrebungen zur Pflege ihrer Kunst freudige und begeisterte Aufnahme. Der Fachverein der Berliner Mechaniker und Optiker hielt es daher für eine dringende Pflicht, auch seinerseits an diesen Bestrebungen Theil zu nehmen und richtete im Jahre 1879 eine Eingabe an das Königl. preussische Unterrichtsministerium, in welcher die baldige Errichtung einer Staatsanstalt zur Pflege der Präcisionsmechanik dringend erbeten wurde. Das Gesuch wandte sich zunächst gegen eine Anschauung, die damals leicht hätte maassgebend werden können. Die Leistungen der deutschen Mechaniker und Optiker hatten von Beginn bis gegen Ende der siebziger Jahre, Dank der zahlreichen Bestellungen der Staatsinstitute und Dank den Bemühungen der Gelehrten im Eingehen in die Details der Constructionen und im Präcisiren der an die Instrumente zu stellenden Anforderungen, einen so hoch erfreulichen Aufschwung genommen, dass es fast scheinen durfte, als wäre die Präcisionsmechanik aus eigener Kraft der noch vor Kurzem bestandenen Schwierigkeiten Herr geworden und die Errichtung eines Staatsinstitutes für Mechanik nur noch von untergeordneter Bedeutung. — Dem gegenüber konnte die Eingabe der Berliner Mechaniker und Optiker mit Recht betonen, dass mit dem Umfange der Arbeiten die Anforderungen an die Präcision derselben in gleichem Verhältnisse gestiegen seien; deshalb habe sich in noch weit höherem Maasse als früher die Zahl derjenigen Fragen und Aufgaben angehäuft, deren Lösung dem einzelnen, auf seinen Geschäftserwerb angewiesenen Privatmanne zu viel Zeit und Kostenaufwand verursachen würde und nur von einer mit allen Hilfsmitteln der Theorie und Praxis gleich gut ausgerüsteten staatlichen Centralstelle zu erwarten sei. Die Begründung einer derartigen Staatsanstalt sei daher mehr und mehr als ein geradezu nothwendiges Bedürfniss fühlbar geworden und die Aufgaben desselben zahlreich und dringend. Als einige der wichtigsten Arbeitsgebiete eines solchen Institutes wurden folgende hervorgehoben:

1. Herstellung und Prüfung von Materialien für die Zwecke der Präcisionsmechanik.
2. Prüfung der Bearbeitungsmethoden der einzelnen Materialien und Aufsuchung der geeignetsten Bearbeitungshilfsmittel.
3. Feststellung, verantwortliche Verwaltung und Lieferung guter Copien von Normalgewinden, Normal-Lehren und Normaltypen jeder Art.
4. Physikalische Untersuchungen allgemeiner Art, wie sie für alle praktischen Arbeiten oder für gewisse Arten von Instrumenten von Wichtigkeit sind.

Die zielbewusste Verfolgung dieser Aufgaben seitens einer Centralstelle, die sich naturgemäss von Herstellung selbständiger mechanischer Arbeiten für den Verkauf fernhalten müsse, würde, so führt die mehrfach erwähnte Eingabe endlich noch aus, die wieder beginnende Blüthe der deutschen Präcisionsmechanik zu erhalten und dieselbe zu einer höheren Entwicklung zu bringen im Stande sein.

Die Angelegenheit der Errichtung einer Staatsanstalt für die Präcisiousmechanik ruhte in den Jahren 1880 und 1881 fast vollständig, abgesehen von Besprechungen maassgebender Gelehrten und Techniker mehr privaten Charakters, welche die Nothwendigkeit der Errichtung einer solchen Anstalt immer mehr zur Evidenz erwiesen und den Plan derselben erweiterten und vertieften. Erst im Jahre 1882, nach Fertigstellung der für die technische Hochschule und zugleich für diese Anstalt bestimmten Baulichkeiten zu Charlottenburg, wurde von der Königl. Preuss. Staatsregierung eine Commission zur Berathung der Organisation eines Institutes zur Förderung der Präcisionstechnik berufen. Mitglieder der Commission waren die Herren Oberst Schreiber, die Geh. Regierungsräthe Dr. W. Siemens, Prof. Dr. v. Helmholtz, Prof. Dr. Foerster, Prof. Dr. Landolt und Prof. Reuleaux, ferner Major v. Goessel, Prof. Dr. H. C. Vogel, Prof. Dr. Paalzow, Prof. Dr. Doergens, und als Vertreter der von der Königl. Staatsregierung officiell zur Theilnahme an den Berathungen aufgeforderten Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, die Mechaniker C. Bamberg und R. Fuess. Aus den Berathungen der Commission ging eine im Juni 1883 abgeschlossene Denkschrift hervor, in welcher unter wesentlicher Erweiterung des früheren Planes die Begründung eines Institutes für die experimentelle Förderung der exacten Naturforschung und der Präcisionstechnik vorgeschlagen wurde, unter Anfügung eines Organisationsentwurfes und der Voranschläge für die einmaligen und für die dauernden Kosten.

In den Verhandlungen dieser Commission hatten die Vertreter der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik hervorgehoben, dass den immer mehr fühlbar werdenden Bedürfnissen der Präcisionstechnik durch Ausführung einer Reihe von Untersuchungen zunächst genügt werden könne, welche in nachfolgender Weise präcisirt und begründet wurden:

1. Ausführung von Untersuchungen über das optische, thermische, elektrische und chemische Verhalten des Glases. Betreffs der Qualität des zu benutzenden Glases sind die Mechaniker ganz und gar den Zufälligkeiten und Willkürlichkeiten der Glasfabrikation ausgesetzt und es fehlt sogar dem einzelnen Mechaniker jede Möglichkeit einer genauen Prüfung des zu verwendenden Glases. (Inzwischen sind durch das glastechnische Laboratorium zu Jena in der Herstellung des optischen und thermometrischen Glases bedeutende Fortschritte erzielt worden.) Betreffs des elektrischen Verhaltens des Glases kommt es darauf an, die Isolirfähigkeit von Gläsern verschiedener Zusammensetzung zu prüfen und zu fixiren. Das chemische Verhalten des Glases, seine Beeinflussung durch verschiedene Flüssigkeiten, Temperaturen, atmosphärische Einflüsse u. s. w. ist nicht nur für die zahlreichen Glasinstrumente, für Fernrohrobjective, für Mikroskope von höchster Bedeutung; die Herstellung eines der wichtigsten Hilfsmittel aller feineren Instrumente, der Libelle, schwebt vollständig in der Luft und ist rein dem Zufall überlassen, so lange nicht die chemischen Eigenschaften verschiedener Glassorten genau studirt und festgestellt sind.

2. Ausführung von Untersuchungen über die Ausdehnung, Structur und Elasticität von Metallen und Metalllegirungen und über die Verwendbarkeit derselben zu den verschiedenen Constructionsgliedern. Es kommt darauf an, Metallstücke verschiedener Bearbeitung, Legirungen verschiedener Zusammensetzung in Bezug auf die Gleichmässigkeit ihrer Ausdehnung, auf ihre Structur und Homogenität, auf Widerstandsfähigkeit gegen verschiedene chemische Reagentien und gegen die atmosphärischen Einflüsse zu untersuchen; zugleich ist



auch der Zusammenhang von Structur, Härte und Dichtigkeit der betreffenden Materialien mit ihren mechanischen und physikalischen Eigenschaften festzustellen, um ihre Verwendbarkeit für einzelne Constructionstheile und Werkzeuge kennen zu lernen. Hierunter sind zu verstehen: Untersuchungen über Härtung verschiedener Stahlarten und ihre Verwendbarkeit für Magnete, Wagenschneiden u. s. w., ferner über Durchbiegungen von Wagebalken und Fernrohrtuben, über elastische Nachwirkungen von Aneroidfedern u. dgl. m. An diese Arbeiten würden sich Prüfungen einzelner zur Verarbeitung für gewisse Instrumente bestimmter Stücke, z. B. Ermittlung der Ausdehnung der für Längenmessinstrumente, Pendelapparate, Compensationspendel u. s. w. bestimmten Stäbe anzuschliessen haben.

3. Ausgabe von Normal-Gewindebohrern, Herstellung von Präcisionsschrauben und von Theilungen. Es ist dringend nöthig, für sämmtliche in der Präcisionstechnik gebrauchte Schrauben ein einheitliches System einzuführen und damit dem jetzt herrschenden Uebelstande ein Ende zu machen, dass fast jede Werkstatt eigene und willkürliche Gewinde besitzt und deshalb die Reparatur eines schadhaft gewordenen Instrumentes durch eine andere als die erzeugende Werkstatt erheblich erschwert wird. Eine Einigung über ein den zahlreichen in der Mechanik erforderlichen Schraubengrössen zu Grunde zu legendes einheitliches Gewindesystem wird leicht zu erreichen sein und die Ausgabe wohl geprüfter und beglaubigter Normal-Gewindebohrer wird die Durchführung und die Aufrechterhaltung dieses Systems dauernd verbürgen. — Präcisions- (Mikrometer-) Schrauben werden nur von einzelnen wenigen Mechanikern hergestellt und zwar ausschliesslich für ihren eigenen Bedarf. Im Uebrigen sind sonst recht leistungsfähige Mechaniker gezwungen, schlechte, mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln angefertigte Schrauben für die von ihnen hergestellten Apparate zu verwenden. Es liegt ein dringendes Bedürfniss vor, Mikrometerschrauben durch ein öffentliches Institut herstellen zu lassen und auf diese Weise ihren Bezug jedem einzelnen Mechaniker zu ermöglichen. — Längen- und Kreistheilungen erster Qualität sind zur Zeit verhältnissmässig leicht zu beschaffen; anders steht es aber mit Theilungen mittlerer Güte, wie sie für currente physikalische und andere wissenschaftliche Instrumente in grosser Zahl gebraucht werden. Die Mechaniker sind hier meistens auf sehr mangelhafte Theilungen angewiesen, zumal Instrumente dieser Art vorzugsweise in kleineren Werkstätten hergestellt werden, die nicht in der Lage sind, sich eigene Theilmaschinen zu beschaffen. Wenn ein öffentliches Institut die Ausführung solcher currenten Theilungen übernähme, so würde es damit auch gerade die kleineren Werkstätten in den Stand setzen, ihre Apparate mit guten Längen- und Kreistheilungen zu versehen.

4. Errichtung einer Prüfungsstelle für Kreistheilungen, sowie für Arbeitsnormale jeder Art. Es bedarf einer Stelle, welche — in ähnlicher Weise wie die Normal-Aichungs-Commission dies für Längentheilungen thut — die Prüfung und eventuelle Beglaubigung von Kreistheilungen übernähme. Die Mechaniker bedürfen ferner zur Herstellung probemässiger Arbeiten verschiedener Normalapparate; insbesondere gehören hierher Thermometer, vielfach auch Aräometer, ferner Bohrer für die verschiedensten Zwecke; es ist nöthig, dass eine Stelle besteht, welche solche Normale prüft und beglaubigt.

Die vorstehend präcisirten Aufgaben der geplanten Anstalt fanden in der oben erwähnten Denkschrift gebührende Berücksichtigung und die Begründung eines preussischen physikalisch-mechanischen Staatsinstitutes stand unmittelbar bevor, als eine grossherzige Schenkung des Herrn Geh. Regierungsrathes Dr. W. Siemens

einen weiteren Aufschub nöthig machte, dafür aber auch dem Plane eine weitere Ausdehnung und Vertiefung gab. Der genannte berühmte Gelehrte bot im Jahre 1884 zunächst der preussischen Staatsregierung, dann mit Zustimmung derselben und in der Hoffnung auf eine Durchführung in grösserem Umfange der deutschen Reichsregierung ein Geschenk im Werthe von einer halben Million Mark unter der Bedingung an, dass das Reich sich zur Erbauung, Ausstattung und Unterhaltung der nöthigen Laboratorien und sonstigen Gebäude für eine mit fundamentalen wissenschaftlichen Forschungen zu betrauende Abtheilung des projectirten Institutes verpflichte.

In dem bezüglichen Schreiben legte Herr Siemens seine Ansichten über die Bedeutung und die Ziele der von ihm geplanten Abtheilung des zu begründenden Institutes nieder. Danach sollte dieselbe sich mit grundlegenden physikalischen Präcisionsmessungen befassen, sich aber von jeder Lehrthätigkeit fern halten; die Aufgaben der Abtheilung wurden später von Herrn v. Helmholtz in einer längeren Denkschrift näher auseinandergesetzt; wir heben aus letzterer diejenigen physikalischen Aufgaben hervor, welche die Denkschrift als die nächstliegendsten bezeichnet:

1. Genaue Bestimmung der Intensität der Schwere und Vergleichung dieser Intensität an verschiedenen Stellen der Erdoberfläche.
2. Absolute Messung der allgemeinen Gravitationsconstante, gewöhnlich bezeichnet als die Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde.
3. Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichtes aus irdischen Entfernungen.
4. Untersuchungen über die von W. Weber als die kritische bezeichnete Geschwindigkeit, welche in der Lehre von den magnetischen Wirkungen der elektrischen Ströme eine fundamentale Rolle spielt.
5. Untersuchungen über die elektrischen Maasseinheiten.
6. Kritische Wiederholung der Regnault'schen Arbeiten über den Druck und die Dichtigkeit der Gase und Dämpfe bei verschiedenen Temperaturen.

Die Annahme der hochherzigen Siemens'schen Schenkung seitens des Reiches machte weitere umfangreiche Commissionsberathungen nothwendig, an denen als Vertreter der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik wieder die Herren C. Bamberg und R. Fuess Theil nahmen. Aus diesen Berathungen ging ein Organisations- und Etats-Entwurf hervor, in welchem die Begründung einer aus zwei Abtheilungen bestehenden physikalisch-technischen Reichsanstalt vorgeschlagen wurde, von denen die erste, wissenschaftliche Abtheilung der Pflege physikalischer Forschung gewidmet sein sollte, während die zweite technische Abtheilung für die Förderung der Präcisionstechnik bestimmt wurde. Dieser Entwurf wurde endlich im Frühjahre d. J. durch die Gesetzgebung genehmigt.

Die Erreichung des lang erstrebten Zieles gab dem Vorstande der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik Veranlassung, in einer Eingabe an den Herrn Reichskanzler demselben den innigen Dank der Deutschen Mechaniker und Optiker auszusprechen, und demselben nochmals an's Herz zu legen, die technische Abtheilung der Reichsanstalt derartig gestalten zu wollen, dass sie mit aller Kraft und in erster Reihe den präcisionstechnischen Forschungen sich widmen könne. Im Besonderen wies das Schreiben auf zwei Punkte hin, welche in dem bisherigen

Programm der Reichsanstalt eine ausdrückliche Erwähnung nicht gefunden hatten. Der erste Punkt betrifft die nothwendige Verbindung der technischen Abtheilung mit der Praxis der Mechanik und der dieser nahestehenden Hilfsgewerbe, welche eine fortdauernde und überaus innige sein müsse; nicht nur sollten die Beamten der Abtheilung fortgesetzte persönliche Fühlung mit den hervorragendsten mechanischen und optischen Werkstätten unterhalten, es sollte auch Sache der Abtheilung sein, an allen ausserhalb der Reichsanstalt ausgeführten Arbeiten, welche für die Förderung der präcisionstechnischen Industrie von Bedeutung sei, Kenntniss zu nehmen. In zweiter Reihe würde es nöthig sein, wenn die Arbeiten der technischen Abtheilung für die Fachgenossen so schnell als thunlich nutzbar werden sollten, ihre Verbindung mit den Praktikern durch ein regelmässig erscheinendes und möglichst weit verbreitetes Organ herzustellen.

Dass die eben erwähnten Wünsche und Hoffnungen der Mechaniker in Erfüllung gehen werden, dafür bürgen die Männer, welche an die Spitze der Reichsanstalt berufen sind. Zum Präsidenten der ganzen Anstalt, dem zugleich die Leitung der wissenschaftlichen Abtheilung untersteht, ist unser berühmter Physiker Herr von Helmholtz ernannt worden, der erst jüngst bei Gelegenheit der Fraunhofer-Feier den Mechanikern ein so warmes Herz gezeigt hat. Zum Director der technischen Abtheilung ist Herr Reg.-Rath Dr. Loewenherz gewählt worden, der aus langjähriger amtlicher und ausseramtlicher Thätigkeit die Bedürfnisse der Präcisionstechniker wie kein Anderer kennt, der durch vielfache fachwissenschaftliche Beziehungen zu den bekannteren Mechanikern und Optikern Deutschlands weiss, wo der Hebel anzusetzen ist, um der Präcisionstechnik zu einem dauernden Fortschritte zu verhelfen. — Die physikalisch-technische Reichsanstalt ist seit Kurzem, zunächst in beschränktem Umfange, in's Leben getreten. Die technische Abtheilung hat am 17. October l. J. im Gebäude der technischen Hochschule zu Charlottenburg ihre Arbeiten begonnen. Mit ihrem Dank gegen die hohe Reichsregierung verbindet die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik die freudige Hoffnung, dass die Begründung der Anstalt eine neue Aera der Präcisionsmechanik bezeichnet, dass die deutsche Technik eine wachsende Blüthe erwarten darf und dass es den Deutschen Mechanikern und Optikern vergönnt sei, eine führende Stellung unter den Fachgenossen der übrigen Länder mehr und mehr zu erringen. An den Deutschen Mechanikern ist es nun aber auch, durch zielbewusstes Arbeiten und ernstes Streben dem Entgegenkommen und den Erwartungen der hohen Reichsregierung zu entsprechen.

Neben der Pflege der wissenschaftlichen und praktischen Ausbildung der mechanischen Kunst glaubte die Gesellschaft auch den gewerblichen Interessen ihrer Mitglieder Rechnung tragen zu sollen. Für eine seiner ersten Aufgaben auf diesem Gebiete hielt es der Verein, eine allgemeine einheitliche Regelung der rechtlichen Verhältnisse der Lehrlinge eintreten zu lassen. Zu diesem Zwecke wählte der damalige Fachverein Berliner Mechaniker bald nach seiner Begründung eine Commission, welcher die Ausarbeitung eines Normal-Lehrcontractes übertragen wurde. Die Commission, sich der freundlichen Beihilfe aller Fachgenossen versichert haltend, arbeitete einen aus 21 Fragen bestehenden Fragebogen aus, welcher in etwa 160 Exemplaren an die Berliner Mechaniker versandt wurde. 30 % derselben kamen vollständig und sachgemäss ausgefüllt zurück, sodass genügendes Material zur Bearbeitung der Aufgabe vorlag. Der hieraus hervorgehende Lehrcontract wurde nach seiner Revision durch einen Juristen von dem

Verein angenommen und ist noch heute maassgebend. Zur Schlichtung etwaiger aus dem Lehrverhältniss entstehender Streitigkeiten wurde ein Schiedsgericht eingesetzt.

Die technische Ausbildung der Lehrlinge wurde bei Gelegenheit der von der Stadt Berlin ins Leben gerufenen Ausstellungen von Lehrlingsarbeiten einer öffentlichen Prüfung unterzogen. Bei denselben wurde der Verein als officielle Vertretung der Berliner Mechaniker und Optiker von der Gewerbe-Deputation des Magistrates anerkannt. Die von der Gesellschaft gewählten Commissionen controlirten vor der Ausstellung die Arbeiten der Lehrlinge und fungirten während derselben als Ordner und Mitglieder der Jury für die Gruppe der Mechanik; auch wurden die von dem Vereine bewilligten Diplome neben den staatlichen und städtischen Prämien als officielle Anerkennungen zugelassen. Ueber den Charakter, welchen diese Ausstellungen haben müssen, um für die Lehrlinge und damit in der Folge für die Präcisionstechnik etwas Erspriessliches zu leisten, spricht sich ein Aufsatz in der *Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1883, S. 103,* aus, der wohl die unter den Fachgenossen herrschenden Meinungen getreu wiederspiegeln dürfte. Wenn auch Viele sich principiell ablehnend gegen die Ausstellungen von Lehrlingsarbeiten verhalten, so ist doch zu hoffen, dass der Eifer und Lerntrieb, der bei den ausgestellten Arbeiten sichtbar war, mehr und mehr zu der Ueberzeugung führen wird, dass diese Ausstellungen, falls sie in nicht zu kurzen Zwischenräumen stattfinden und von richtigen Gesichtspunkten aus geleitet werden, auf die Lehrlinge einen günstigen Einfluss üben werden.

Auf den grossen industriellen Ausstellungen, die seit dem Bestehen der Gesellschaft stattgefunden haben, hat dieselbe, besonders Dank der Bemühungen ihres Begründers, des Commercienraths und Hofmechanikus P. Dörffel, das Interesse ihrer Mitglieder nach Möglichkeit vertreten. In aller Erinnerung ist noch die schöne Fachausstellung der Berliner Mechaniker und Optiker auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879, und der von Reg.-Rath Dr. Loewenherz herausgegebene *Bericht* über diese Ausstellung bildet ein werthvolles Orientirungsmittel über den Stand der instrumentellen Technik zu jener Zeit. An den späteren Ausstellungen hat sich eine corporative Betheiligung der Deutschen Mechaniker und Optiker bisher nicht ermöglichen lassen, wenn auch auf der Fischerei- und Hygiene-Ausstellung zu Berlin, den Ausstellungen zu Melbourne und Antwerpen, der internationalen Ausstellung von Erfindungen in London, u. A. m., viele Mitglieder der Gesellschaft, durch den Rath derselben unterstützt, mit ihren Erzeugnissen vertreten waren. Die bei Gelegenheit der Versammlungen Deutscher Naturforscher und Aerzte seit einiger Zeit ins Leben gerufenen Ausstellungen scheinen sich unter den Fachgenossen mehr und mehr einzubürgern. Die vorjährige Ausstellung in Berlin, bei welcher die Gesellschaft viele ihrer auswärtigen Mitglieder zu begrüssen die Freude hatte, war recht gut besucht und auch die diesjährige Ausstellung in Wiesbaden erfreute sich einer zahlreichen Betheiligung. Es ist sehr zu bedauern, dass die für das Jahr 1888 in Berlin geplante allgemeine Deutsche Gewerbeausstellung nicht zu Stande gekommen ist; dieselbe hätte eine gute Veranlassung gegeben, die Erzeugnisse der deutschen Präcisionsmechanik geschlossen vorzuführen. Ein von Autoritäten hierüber dann erstatteter Bericht würde den augenblicklichen Stand der Technik kritisch festgestellt und bleibenden historischen Werth erlangt haben. Die deutschen Mechaniker und Optiker werden bald daran denken müssen, eine solche Fachausstellung im Interesse ihrer Kunst und der Wissenschaft in's Leben zu rufen.

Die gesetzliche Regelung des Krankenkassenwesens gab Veranlassung,

die Mitglieder in mehreren Sitzungen zu belehren. Die Einführung des Unfallversicherungsgesetzes beschäftigte die Gesellschaft in 10 Sitzungen. Die schwierige Materie dieses Gesetzes fand erst nach und nach Verständniss und es wird wohl noch geraume Zeit vergehen, bis die Inhaber von Werkstätten die Bestimmungen dieses Gesetzes sicher zu handhaben verstehen werden. Es ist beabsichtigt, auch in der Zukunft von Zeit zu Zeit in den Sitzungen Besprechungen über die bei Handhabung dieses Gesetzes gemachten Erfahrungen zu veranstalten.

Es erübrigt noch, das Auftreten der Gesellschaft im öffentlichen Leben zu erwähnen. Das ernste Streben der Gesellschaft hat der Staatsregierung bei mehreren Gelegenheiten Veranlassung gegeben, dieselbe als officielle Vertreterin der Deutschen Mechaniker und Optiker anzusehen und die Rathschläge der Vertreter derselben zu hören. Der ehrenvollen Theilnahme, welche die Gesellschaft an der Begründung der physikalisch-technischen Reichsanstalt genommen hat, ist bereits gedacht worden. An den Berathungen über die von der Kaiserl. Normal-Aichungs-Commission erlassene Vorschrift für die Prüfung von Thermometern hat der Verein gleichfalls Antheil gehabt. — Die in diesem Jahre von der Gesellschaft veranstaltete Feier des hundertjährigen Geburtstages Fraunhofer's machte ein Heraustreten an die Oeffentlichkeit zur Nothwendigkeit; eine ausführliche Schilderung der Feier brachte die *Zeitschrift für Instrumentenkunde* im diesjährigen Märzhefte. Die bei dieser Gelegenheit zur Unterstützung der Ausbildung jüngerer Mechaniker begründete „Fraunhofer-Stiftung" wird voraussichtlich von segensreichem Erfolge sein.

Die Pflege der geselligen Beziehungen, welche ja auch bei ernsten Vereinigungen nicht fehlen dürfen, kam zum Ausdruck bei der Feier des Stiftungsfestes im November jeden Jahres und bei der in jedem Sommer ausgeführten Landpartie.

Die vorstehenden Mittheilungen geben ein gedrängtes Bild der Thätigkeit der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik in den ersten zehn Jahren ihres Bestehens. Konnte in dieser Zeit auch schon Manches erreicht werden, so bleibt doch noch viel zu thun übrig. Der Vorstand zweifelt nicht, dass die Hingabe der Mitglieder auch in der Zukunft zu den schönsten Hoffnungen für das Blühen und Gedeihen der Gesellschaft und damit der mechanischen Kunst berechtigt.

Berlin, im November 1887.

Ueber einige neue Anwendungen ebener Spiegel.

Von

Dr. **A. Beck** in Riga.

Die im Folgenden zu beschreibenden neuen Spiegelapparate haben den gemeinschaftlichen Charakter, dass sie zwei oder drei Planspiegel enthalten, an welchen das Licht successive reflectirt wird. Es soll gezeigt werden, dass das Gebiet der Anwendungen ebener Spiegel noch einiger Erweiterungen fähig ist, die für gewisse Aufgaben der praktischen Astronomie von Nutzen werden könnten.

1. Der einfache Planspiegel erzeugt ein Bild, welches zum Object plansymmetrisch ist. Unterscheiden wir die beiden Fälle der Gleichheit zweier Raumfiguren durch die Bezeichnung congruent und invers, so sind beim Planspiegel Object und Bild invers-gleich. Dreht man den Spiegel um eine seiner Normalen (Axen), so bleibt das Bild eines festen Punktes fest.

2. Die Combination zweier starr verbundenen Planspiegel, bei welcher das Licht vom ersten auf den zweiten Spiegel reflectirt wird, nennen wir einen Doppelspiegel. Er giebt ein Bild, welches dem Object congruent ist und welches durch Drehung des Objectes um die Schnittlinie beider Spiegelebenen (Axe des Doppelspiegels) erhalten werden kann. Die Drehung vom Object zum Bild ist doppelt so gross als die gleich gerichtete Drehung vom ersten zum zweiten Spiegel. Wenn der Doppelspiegel sich um seine Axe dreht, so bleibt das Bild eines festen Punktes fest. Wird die Bedeutung der beiden Spiegel vertauscht, so wird die Drehung vom Object zum Bild entgegengesetzt-gleich der früheren.

3. Wenn der Spiegelwinkel 90° beträgt, so sind Object und Bild zu einander axial-symmetrisch. Dementsprechend nennen wir diesen speciellen Fall des Doppelspiegels Axialspiegel. Die zwei Bilder, die den zwei Permutationen der beiden Spiegel entsprechen, fallen zusammen.

Diese letztere Eigenschaft wird zum Zweck der Berichtigung des Axialspiegels zu verwenden sein. — Stossen die beiden Spiegel zusammen, so müssen die beiden Bilder irgend eines Objectes, welche das Auge in den beiden Spiegeln sieht, sich längs der Axe vollkommen richtig zusammenfügen. Blickt man mit einem Auge senkrecht nach der Axe hin, so müssen zwei Hälften des Auges sichtbar werden und die Axe muss durch die Mitte der Pupille gehen, wie auch der Beobachter sein Auge oder den Spiegel bewegen mag. — Die feine Berichtigung wird dadurch erreicht, dass man die durch ein Fernrohr gesehenen beiden Bilder eines Sternes mit Hilfe geeigneter Justirschrauben zum Zusammenfallen bringt. Uebrigens ist eine ganz strenge Berichtigung nicht nöthig. Hat man die beiden Bilder eines Sternes schon nahe zusammengebracht, so giebt der Mittelpunkt zwischen beiden denjenigen Punkt, der durch einen absolut richtigen Axialspiegel von derselben Axe erzeugt werden würde.

Wenn die Spiegel nicht zusammenstossen, sondern mit einander durch einen längeren Arm verbunden sind, so wird eine rohe Berichtigung auf folgende Weise erzielt. Auf dem Felde seien in gerader Linie drei Stäbe A, B, C so gesteckt, dass $AB = BC$. Stellt man dann die Axe des Spiegels über B vertical, so muss das Auge, wenn es abwechselnd in die beiden Spiegel blickt, jedesmal das Bild von A in C sehen. Der Theorie nach könnte man also einen berichtigten Axialspiegel dieser Art dazu benutzen, sich in der Mitte zwischen zwei Punkten aufzustellen. — Zur feinen Berichtigung könnte man mit Hilfe eines weit entfernten Objectes zwei Fernrohre horizontal und in gleicher Höhe so aufstellen, dass ihre Visirlinien parallel zu einander sind. Wenn nun der Axialspiegel so aufgestellt wird, dass seine Axe vertical ist und seine beiden Spiegel vor den beiden Objectiven stehen, so muss am Fadenkreuz des einen Fernrohres das Spiegelbild des Fadenkreuzes des andern Fernrohres erscheinen.

4. In den Anwendungen wird der Axialspiegel in Verbindung mit einer Drehungsaxe vorkommen, zu welcher die Spiegelaxe parallel sein soll. Denken wir uns etwa mit dem Spiegel einen conischen Zapfen verbunden, der sich in einer verticalen Hülse dreht, so wird die betreffende Berichtigung gleichzeitig mit der vorigen ausgeführt werden können. Die beiden Axen werden parallel sein, wenn bei einer Drehung des Spiegels jenes Fadenkreuzbild fest bleibt. In Bezug hierauf lässt sich leicht Folgendes erkennen: Ist der Winkel r, den die Richtungen der Drehungsaxe und der Spiegelaxe einschliessen, klein von erster Ordnung, so wird bei einer Drehung des Spiegels das Fadenkreuzbild in horizontalem Sinne sich nur



um kleine Grössen zweiter Ordnung bewegen, in verticalem Sinne dagegen um $2r$ nach jeder Seite.

5. Wir zeigen nun, wie der Theorie nach der Axialspiegel Anwendung in der praktiscnhe Astronomie finden kann, wobei freilich der praktischen Durchführung mehr oder weniger Schwierigkeiten entgegenstehen, welche noch der experimentellen Untersuchung bedürfen.

Zunächst kann der Axialspiegel dazu benutzt werden, den Collimationsfehler beim Passageninstrument zu bestimmen, ohne dass eine Umlegung des letzteren nöthig ist. — Wir nehmen an, die Drehungsaxe des Fernrohres sei senkrecht zum Meridian. Um nun den Collimationsfehler zu bestimmen oder zu eliminiren, setzen wir vor das Objectiv einen Axialspiegel (Spiegelcollimator), dessen Axe senkrecht zur Visiraxe und zur Drehungsaxe des Fernrohres ist. Die beiden Planspiegel, von denen der eine vor der Mitte des Objectivs, der andere seitlich vom Objectiv steht, sind durch einen Arm mit einander verbunden, der beim geraden Fernrohr eine Länge von etwa 14 cm haben muss, damit die vom Stern kommenden Strahlen am Kopf des Beobachters vorbei ungehindert zum seitlichen Spiegel gelangen können. Dies erfordert nun, dass der Körper der Drehungsaxe des Fernrohres parallel zur Visiraxe durchbohrt werde, und zwar sind zwei solche Durchbohrungen nöthig in gleichen Abständen von etwa 14 cm von der Mitte. Benutzt man zu den fraglichen Beobachtungen nur helle Sterne, so brauchen diese Durchbohrungen nicht einen grossen Querschnitt zu haben. So hat das beim Spiegelsextanten nach zweimaliger Reflexion in's Fernrohr gelangende Lichtbündel gewöhnlich auch nur einen Querschnitt von etwa 2,5 qcm.

Sei u die Uhrzeit des Durchgangs eines Sternes durch einen Faden. Wird dann das Fernrohr um 180° gedreht, so wird das Spiegelbild des Sternes im Fernrohr zu sehen sein; u_1 sei die Uhrzeit seines Durchganges durch denselben Faden. Dann ist $\frac{1}{2}(u + u_1)$ die Uhrzeit des Meridiandurchganges und $\frac{1}{2}(u_1 - u)\cos\delta$ der dem betreffenden Faden zugehörige Collimationsfehler.

6. Wir müssen nun aber annehmen, dass die Spiegelaxe um kleine Winkel erster Ordnung μ, ν von der richtigen Lage und der Spiegelwinkel um einen kleinen Fehler σ von 90° abweiche. Es ist dann leicht zu erkennen, dass, wenn m und m_1 die gleichzeitigen Abstände des Sternes und seines Spiegelbildes vom Meridian sind, die Formel besteht:

$$m = -m_1 \pm 2\sigma,$$

sobald die zweiten Potenzen von μ, ν, σ, m, m_1 vernachlässigt werden dürfen. Die kleinen Fehler in der Lage der Spiegelaxe sind also ohne Einfluss. — Um den Spiegelfehler σ zu eliminiren oder zu ermitteln, muss der Collimator in zwei verschiedenen Lagen benutzt werden und zwar bieten sich hierfür zwei Methoden dar: a) Wir verschieben den Spiegelapparat so, dass der frühere seitliche Spiegel vor die Objectivmitte kommt, der andere also zum seitlichen wird und die vom Stern kommenden, jene zweite Durchbohrung passirenden Strahlen aufnimmt. Dadurch hat σ sein Vorzeichen geändert. — b) Dasselbe geschieht, wenn wir den Spiegelapparat um 180° um die Visiraxe drehen, so dass der seitliche Spiegel von der einen auf die andere Seite des Objectivs übergeht. — Der Spiegelfehler wird also eliminirt, wenn man aus den Uhrzeiten für die beiden Spiegellagen das Mittel nimmt.

7) Behufs Anwendung der Methode a) verbinden wir mit der Mitte des Spiegelarmes einen conischen Zapfen, dessen Axe zur Spiegelaxe parallel ist. Auf jeder Seite des Objectivs wird eine entsprechende Hülse in fester Verbindung mit

dem Fernrohr angebracht, deren Axe senkrecht zur Visiraxe und zur Drehungsaxe des Fernrohres ist. — Zur Anwendung der Methode b) können dieselben beiden Hülsen dienen; am Spiegelarm muss aber ein zweiter Zapfen angebracht werden, der dieselbe Axe hat wie der erste, aber nach der entgegengesetzten Seite gerichtet ist. Wenn man gleichzeitig für jede der beiden Hülsen einen Spiegel anwendet, so kann man gleichzeitig zwei Spiegelbilder des Sternes erhalten und damit die Beobachtungen vermehren.

Der Spiegelapparat kann auch vom Fernrohr getrennt werden. Man hat ihn dann mit einem Hilfsfernrohr zu verbinden, dessen Visiraxe in derselben Weise, wie es beim gewöhnlichen Collimator geschieht, mit der Visiraxe des Hauptfernrohres zum Zusammenfallen gebracht wird. Es würde also ein theodolitartiges Hilfsinstrument zu verwenden sein, dessen Aufstellung dadurch begünstigt wird, dass beim Anvisiren des Spiegelbildes das Hauptfernrohr immer unter den Horizont gerichtet ist.

Vielleicht könnte der Spiegelcollimator noch zu einem andern Zweck, nämlich zu Beobachtungen über die Biegung benutzt werden. Hierzu müsste er aus der vorigen Lage um 90° um die Visiraxe gedreht werden. Die im Spiegelapparat selbst auftretende Biegung wird hierbei ganz unschädlich sein, wenn die zweite Spiegellage eine Parallelverschiebung der ersten ist.

8. Eine weitere Anwendung des Axialspiegels besteht darin, ihn als Ersatz für den Quecksilberhorizont zu benutzen. Wir denken dabei zunächst an die Bestimmung des Zenithpunktes beim Meridiankreise durch Beobachtung eines Sternes und seines im Quecksilberhorizont reflectirten Bildes. Während ein einfacher Planspiegel, den man etwa mit der Libelle horizontal stellen wollte, bei feineren Messungen den Quecksilberhorizont natürlich nicht ersetzen kann, vermag dagegen der Axialspiegel einen vollkommenen Ersatz zu bieten. — Der Apparat, den man Spiegellibelle nennen könnte, besteht im Wesentlichen aus einer empfindlichen Libelle und einem Axialspiegel, die fest mit einander so verbunden sind, dass die Axe des Spiegels möglichst parallel zur Axe der Libelle ist. Der Spiegel mit zusammenstossenden Planspiegeln befindet sich etwa über der Mitte der Libelle und seine Axe ist in den Meridian zu legen.

Wir nehmen an, die Spiegelaxe bilde mit dem Horizont den Winkel b und ihr Vertical bilde mit dem Vertical des Sternes den Winkel a, wobei wir a und b klein von erster Ordnung voraussetzen. Es lässt sich dann leicht zeigen, dass aus der Zenithdistanz z des Sternes die Nadirdistanz n_1 seines Spiegelbildes durch die Formel erhalten wird:

$$\cos n_1 = \cos 2b \cos z - \sin 2b \sin z \cos a.$$

Entwickeln wir in eine Reihe, so erhalten wir mit Einschluss der Glieder dritter Ordnung:

$$n_1 = z + 2b - ba^2 + \dots$$

Der Fehler a hat also, wenn man ihn genügend klein macht, keinen Einfluss auf n_1, da er erst im Gliede dritter Ordnung erscheint. — Der Fehler b kann dadurch eliminirt werden, dass man den Apparat in zwei entgegengesetzten Lagen benutzt oder umsetzt. Es sind also ausser der directen Beobachtung des Sternes zwei Beobachtungen seines Spiegelbildes mit Ablesung der Libelle nöthig; dafür haben wir den grossen Vortheil, dass die Spiegelbilder vollkommen ruhig, deutlich und von keinen Zufälligkeiten abhängig sind.



Um die Spiegelaxe mit Hilfe einer feinen Bewegung um eine verticale Axe angenähert in den Meridian zu legen, braucht man nur zu berücksichtigen, dass, wenn die Axe sich im Meridian befindet, der Stern und sein Spiegelbild gleichzeitig entgegengesetzt-gleiche Abstände vom Meridian haben. Auch der Parallelismus zwischen Spiegelaxe und Libellenaxe lässt sich durch Beobachtung eines Sternes leicht angenähert herstellen. Der Spiegel giebt bei dieser Anwendung zwei Bilder des Sternes, die auf einer Parallelen zum horizontalen Faden liegen und deren Entfernung durch die angenäherte Berichtigung klein gemacht worden ist.

9. Auch bei Nadirbeobachtungen zur Bestimmung des Collimationsfehlers (mit Umlegung) und der Nadirrichtung kann der Quecksilberhorizont durch die Spiegellibelle ersetzt werden. In Bezug auf das im Fernrohr gesehene Spiegelbild des Fadenkreuzes besteht ein charakteristischer Unterschied, je nachdem das Bild durch einen Planspiegel oder einen Axialspiegel erzeugt wird. Im ersten Fall ist das Bild immer eine Parallelverschiebung des Fadenkreuzes, im letzteren Fall dagegen ist es gegen das Fadenkreuz verdreht und wenn der Axialspiegel um die Visiraxe gedreht wird, so dreht sich das Bild mit doppelter Geschwindigkeit. Dadurch hat man ein einfaches Mittel, die Spiegelaxe so zu orientiren, wie es die betreffende Aufgabe erfordert.

Soll durch Nadirbeobachtungen der Collimationsfehler bestimmt werden, so muss die Spiegelaxe senkrecht zum Meridian sein. Dann sieht man vom Horizontalfaden zwei Bilder, die zu ihm parallel sind und entgegengesetzt-gleiche Abstände von ihm haben, während jeder Verticalfaden zwei zusammenfallende Bilder liefert. — Handelt es sich dagegen um die Bestimmung der Nadirrichtung, so muss die Spiegelaxe in den Meridian gelegt werden; dann sieht man von jedem Verticalfaden zwei zu ihm symmetrisch liegende Bilder, dagegen vom Horizontalfaden nur ein einziges Bild; letzteres wird deutlicher sichtbar sein als die ersteren, weil es die Vereinigung zweier Bilder ist.

Durch Versuche mit quadratischen Spiegeln von 27 mm Seite, angestellt an einem ganz kleinen tragbaren Passageninstrument, habe ich mich überzeugt, dass die Bilder deutlich zum Vorschein kommen. Ersetzt man die Combination der beiden planparallelen Spiegel durch ein gleichschenklig-rechtwinkliges Prisma, dessen Kathetenflächen total reflectiren, so wird sich noch eine grössere Helligkeit erzielen lassen.

10. Die Unbequemlichkeit des Visirens in der Nadirrichtung lässt sich noch umgehen, indem man dem Fernrohr jede beliebige, insbesondere die horizontale Richtung geben kann. Soll in dieser Lage der Zenithpunkt bestimmt werden, so muss ein Libellenspiegel zur Anwendung kommen, bei welchem die Spiegelaxe vertical, also senkrecht zur Libellenaxe steht. Stellt man diese Spiegellibelle successive auf den beiden Collimatorpfeilern so auf, dass die Libellenaxe im Meridian ist, und nimmt man an, die Libellenablesung sei beide Male dieselbe, so wird, wenn der Horizontalfaden mit seinem Spiegelbild zur Deckung gebracht wird, das Fernrohr in den beiden Lagen entgegengesetzt-gleiche Zenithdistanzen haben. — Soll dagegen der Collimationsfehler bestimmt werden, so ist auf dem einen Collimator-Pfeiler ein Axialspiegel so aufzustellen, dass seine Axe senkrecht zum Meridian ist, was sich auch ohne Anwendung einer Libelle dadurch zu erkennen giebt, dass die Fadenbilder zu den Fäden parallel sind.

11. Die Methode, den Collimationsfehler ohne Umlegung zu bestimmen mit Hilfe zweier Collimatoren, die, um auf einander gerichtet werden zu können, eine etwas

höhere Lage haben als das Hauptfernrohr (Pulkowa), könnte dahin modificirt werden, dass statt des einen Collimators ein Axialspiegel mit verticaler Axe auf dem betreffenden Pfeiler aufgestellt würde. Mit dem Hauptfernrohr wäre dann zuerst das Fadenkreuz des andern Collimators, hierauf das Spiegelbild dieses Fadenkreuzes anzuvisiren.

12. Indem wir drei Planspiegel in starre Verbindung bringen, erhalten wir eine neue Spiegelcombination, die nach einem neuen, dritten Spiegelungsgesetz wirkt und die wir Tripelspiegel nennen wollen. Die drei Planspiegel *a*, *b*, *c*, die sich in *O* (Centrum) schneiden, sollen in der Reihenfolge der Buchstaben *a*, *b*, *c* vom Licht getroffen werden. Für jede der Permutationen von *a*, *b*, *c* ist dann das Bild nach der dritten Reflexion dem Object invers-gleich, wobei *O* sich selbst entspricht.

13. Wenn alle drei Spiegel auf einander senkrecht stehen, so stehen Object und Bild zu einander in der Beziehung der centrischen Symmetrie mit dem Symmetriecentrum *O*. Wir nennen daher diesen speciellen Tripel-Spiegel Central-Spiegel. Letzterem kommen folgende für praktische Anwendungen sehr bedeutungsvolle Eigenschaften zu: Das Bild eines festen Objectes ändert sich nicht, wenn der Spiegel sich ganz beliebig bewegt, während sein Centrum festgehalten wird; ist das feste Object unendlich fern, so bleibt das Bild überhaupt bei jeder Lagenveränderung des Spiegels unveränderlich; jeder Strahl wird in einen andern von entgegengesetzter Richtung verwandelt.

14. Für die Bestimmung oder Elimination des Collimationsfehlers beim Passageninstrument würde der absolut richtige Centralspiegel augenscheinlich die höchste Bequemlichkeit bieten. Haben wir vor dem Objectiv einen Centralspiegel so angebracht, dass der dritte Spiegel vor dem Objectiv steht, während der erste seitlich von demselben sich befindet und die von der Ocularseite kommenden Strahlen des Sternes aufnimmt, so wäre nur an einigen Fäden der Durchgang des Sternes selbst und nach Drehung des Fernrohres um 180° an einigen Fäden der Durchgang seines Spiegelbildes zu beobachten. Dabei hat der Spiegel keine weitere Bedingung zu erfüllen, als dass seine Ebenen auf einander senkrecht stehen und wofern die drei Spiegel in starrer Verbindung bleiben, sind Lagenveränderungen des ganzen Apparates ohne Einfluss. Die starre Verbindung ist durch feste Arme hergestellt, an denen die Spiegel justirbar angebracht sind.

15. Ein Centralspiegel mit zusammenstossenden Planspiegeln würde folgende Erscheinung darbieten: Wenn der Beobachter mit einem Auge in den Spiegel blickt, so sieht er in jedem der drei Spiegel einen Theil seines Auges und die drei Theile fügen sich an den Schnittlinien vollkommen richtig zusammen, derart, dass der Mittelpunkt der Pupille in das Centrum des Spiegels fällt, wie auch das Auge oder der Spiegel bewegt werden mag. Richtet man ein Fernrohr nach diesem Spiegel, so erzeugen die sechs Permutationen sechs Bilder des Fadenkreuzes, welche in ein einziges Bild und mit dem Fadenkreuz selbst zusammenfallen.

Für unseren Zweck können die drei Spiegel nicht alle zusammenstossen, doch brauchen sie auch nicht alle getrennt zu sein, sondern entweder der erste und zweite oder der zweite und dritte können zusammenstossen. Diese zwei zusammenstossenden, sagen wir der zweite und dritte, bilden dann einen Axialspiegel, dessen Berichtigung sehr leicht ist. Um noch den ersten Spiegel richtig zu stellen, wird man ein weit entferntes Object mit dem Fernrohr des Passageninstrumentes einmal direct, sodann nach Drehung um 180° im Spiegelbild anvi-

siren. Auch kann man zwei parallele Fernrohre benützen wie in 3). Die vollständige Berichtigung würde sich dann dadurch scharf zu erkennen geben, dass, wenn der Spiegelapparat bewegt wird, das Bild jenes Objects unverändert bleibt.

16. Da aber die Berichtigung immer nur eine angenäherte sein kann, so ist zu untersuchen, welchen Einfluss die Fehler des Centralspiegels haben. Die Lösung dieser Aufgabe liegt in folgenden bekannten Sätzen: Wenn zwei inversgleiche Raumfiguren in bestimmter Lage gegeben sind, so kann die eine durch eine Drehung um eine bestimmte Axe zur andern plan-symmetrisch gemacht werden, wobei die Symmetrieebene auf jener Axe senkrecht steht; wird die Drehung um 180° weiter fortgesetzt, so werden die beiden Figuren centrisch-symmetrisch. Die Symmetrieebene halbirt alle Verbindungslinien entsprechender Punkte der gegebenen Figuren.

Diese Sätze wenden wir auf das Objectsystem und das durch irgend einen Tripelspiegel $a\ b\ c$ erzeugte Bildsystem an. Hier geht sowohl die Axe als auch die darauf senkrechte Symmetrieebene durch das Spiegelcentrum und letzteres ist, wenn die Systeme centrisch-symmetrisch gemacht worden sind, das Symmetriecentrum. Nach obigen Sätzen kann der Tripelspiegel durch einen Doppelspiegel und einen auf dessen Axe senkrechten Planspiegel oder auch durch einen Doppelspiegel und einen Centralspiegel ersetzt werden. Der Tripelspiegel kehrt jede Richtung um und dreht sie um eine feste Axe um einen constanten Winkel. Diese Drehungsaxe soll die Axe des Tripelspiegels heissen. Offenbar gilt dann weiter: Das Bild eines festen Objectes bleibt unverändert, wenn der Tripelspiegel um seine Axe gedreht wird. Planspiegel, Doppelspiegel und Tripelspiegel haben also diese Eigenschaft ihrer Axen mit einander gemein. Der Tripelspiegel kehrt eine Richtung um, die Axenrichtung.

17. Nun soll die Lage dieser Axe, sowie die Grösse der Drehung bestimmt werden. Die drei Spiegel geben auf einer concentrischen Kugel ein sphärisches Dreieck, dessen Ecken und Winkel A, B, C, dessen Seiten a, b, c heissen mögen. Nun muss der Hauptkreis s, der die Symmetrieebene repräsentirt, durch die Halbirungspunkte aller derjenigen Hauptkreisbögen gehen, welche je zwei entsprechende Punkte der Kugel verbinden. Ein solches Punktepaar erhält man, wenn man zu C den in Bezug auf c symmetrisch gelegenen Punkt C' nimmt; denn für C als Objectpunkt fallen die Spiegelbilder nach der ersten und zweiten Reflexion mit C zusammen. Betrachtet man ferner den Punkt A', der zu A symmetrisch liegt in Bezug auf a, als Objectpunkt, so ist A der entsprechende Bildpunkt, weil A durch die zweite und dritte Reflexion nicht verändert wird. Hieraus folgt: Der Symmetriekreis für die Spiegelung $a\,b\,c$ geht durch die Höhenfusspunkte A_0 und C_0 auf a und c. —

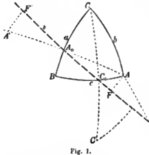


Fig. 1.

Gleichzeitig erhält man auch die Grösse der Drehung. Wenn die Hauptkreise, die man durch A und A' senkrecht zum Symmetriekreis legen kann, denselben in F und F' treffen, so giebt der Bogen FF' die Grösse der Drehung, welche nöthig ist, um die beiden Systeme in plan-symmetrische Lage zu bringen. Sei σ dieser Drehungswinkel, dann ist $A_0\,F = {}^1/_2\,\sigma$. Nun ist aber leicht zu zeigen, dass der Kreis AF, senkrecht zu s, mit dem Höhenkreise AA_0 einen Winkel bildet, der dem

Dreieckswinkel A gleich ist. Betrachten wir nämlich A_0 als Objectpunkt, so muss, da er auf s liegt, sein Bild A_0' auch auf s liegen. Da aber die erste Reflexion den Punkt A_0 unverändert lässt und die zweite und dritte Reflexion eine Drehung um den Punkt A um den Winkel $2A$ im Sinne von b nach c bewirken (2.), so muss der Winkel $A_0 A F = A$ sein. Dann folgt aber:

$$\sin {}^1/_2\, \sigma = \sin A A_0 \sin A.$$

Sei μ die Grösse der Drehung, durch welche die beiden Systeme centrisch-symmetrisch gemacht werden, dann ist $\mu = \sigma \pm 180^\circ$ oder:

$$\cos {}^1/_2\, \mu = \pm \sin A A_0 \sin A.$$

Die drei Spiegel a, b, c bilden sechs verschiedene Tripelspiegel, entsprechend den sechs Permutationen. Zwei Spiegelungen mit entgegengesetzter Reihenfolge der Spiegel geben aber offenbar dieselbe Axe, jedoch mit entgegengesetzt-gleichen Drehungsgrössen. Es existiren also nur drei verschiedene Axen; die zugehörigen Symmetrieebenen bilden ein sphärisches Dreieck, dessen Ecken die Höhenfusspunkte des gegebenen Dreiecks sind. Da nun bekanntlich

$$\sin A A_0 \sin A = \sin B B_0 \sin B = \sin C C_0 \sin C,$$

so haben wir das Resultat: Die Drehungsgrösse ist, abgesehen vom Sinn, für alle sechs Permutationen dieselbe.

Sind die Spiegelwinkel sehr wenig von 90° verschieden, so wird μ ein sehr kleiner Winkel sein. In dem speciellen Fall, wo ein Winkel, z. B. A, genau gleich 90° ist, fällt der Symmetriekreis sowohl für die Permutation abc als auch für die Permutation acb mit dem Höhenkreise $A A_0$ zusammen. Diesen Fall kann man in gewissem Sinne verwirklichen, indem man die Spiegel b und c zusammenstossen lässt. Der annähernd berichtigte Centralspiegel giebt dann für jeden Objectpunkt zwei Bilder, entsprechend den Permutationen $a\ b\ c$ und $a\ c\ b$. Der Mittelpunkt dieser beiden Bilder würde durch einen Tripelspiegel erzeugt, für welchen genau $A = 90^\circ$ ist bei derselben Lage des Punktes A und der Seite a.

18. Jetzt können wir den Einfluss der Spiegelfehler deutlich übersehen. Beim annähernd berichtigten Centralspiegel wird μ als kleine Grösse erster Ordnung zu betrachten sein. Die Wirkung des Spiegels ist für unendlich ferne Objecte bestimmt durch die Axe und den constanten Winkel μ. Das Bild S' von S (unendlich fern) wird erhalten, indem der Gegenpunkt S_0 von S um die Spiegelaxe um den Winkel μ gedreht wird. Der Bogen $S_0 S'$ ist also klein von erster Ordnung und wird nur dann klein von zweiter Ordnung, wenn die Spiegelaxe mit S_0 einen kleinen Winkel erster Ordnung bildet.

Es ist nun klar, dass, wenn die Axe ihre Lage um kleine Winkel erster Ordnung ändert, das Bild S' seine Lage nur um kleine Grössen zweiter Ordnung ändern kann.

Die Spiegelfehler würden nun für die Bestimmung des Collimationsfehlers in folgenden beiden Fällen unschädlich sein:

a) Wenn die Spiegelaxe annähernd parallel zur Visiraxe ist; dann ist $S_0 S'$ klein von zweiter Ordnung;

b) Wenn die Spiegelaxe parallel zur Drehungsaxe des Fernrohres ist; dann haben S_0 und S' gleiche, also S und S' entgegengesetzt-gleiche Abstände vom Meridian.

Diese beiden Fälle können aber nicht verwirklicht werden, da die Lage der Spiegelaxe nicht bekannt ist. — Nun ist es aber möglich, die Spiegelfehler zu eli-

miniren, indem man den Spiegelapparat in zwei verschiedenen Lagen benutzt und zwar bieten sich hierfür wieder zwei Methoden dar:

c) Wir verschieben den Spiegelapparat aus seiner ersten Lage parallel zu sich selbst so, dass der erste Spiegel zum dritten und der dritte zum ersten wird; dadurch ändert μ sein Vorzeichen, während die Axenrichtung dieselbe bleibt.

d) Wir drehen den Spiegelapparat aus der ersten Lage um 180° um die Visiraxe.

In beiden Fällen c) und d) geben die beiden Spiegellagen zwei Bilder S', die, abgesehen von kleinen Grössen zweiter Ordnung, zu einander symmetrisch liegen in Bezug auf S_0. Indem man also das Mittel aus den Beobachtungen in beiden Lagen nimmt, werden die Spiegelfehler eliminirt, ohne dass die Lage der Spiegelaxe bekannt zu sein braucht. — Der Fall c) bietet gegenüber d) den Vortheil, dass die im Spiegelapparat auftretenden Biegungen keinen schädlichen Einfluss haben können.

Diesen Centralspiegelcollimator kann man sich in ähnlicher Weise verwirklicht denken wie den Axialspiegelcollimator (7). Durchbohrungen der Drehungsaxe des Fernrohres sind jetzt nicht mehr nöthig, da man den Spiegelapparat so stellen kann, dass die Strahlen an der Drehungsaxe vorbei zum ersten Spiegel gelangen.

Man kann den ganzen Spiegelapparat auch getrennt vom Fernrohr aufstellen in ähnlicher Weise, wie es früher angedeutet wurde (7).

Der Centralspiegel kann auch dazu benutzt werden, die Biegung beim Meridianinstrument für beliebige Zenithdistanzen zu bestimmen.

19. Obgleich eine bestimmte Einstellung des Spiegelapparates der Theorie nach nicht nöthig ist, wird in Wirklichkeit eine angenäherte Einstellung deshalb erforderlich sein, weil die drei Planspiegel bestimmte Begrenzungen haben und es darauf ankommt, dass von dem auf den ersten Spiegel fallenden Licht möglichst viel auf den zweiten und dritten gelangt. — In Bezug hierauf möge noch Folgendes bemerkt werden:

Es ist wohl das Nächstliegendste, den Apparat so einzurichten, dass für alle drei Spiegel der Einfallswinkel der sie treffenden Strahlen derselbe ist. Wir denken uns die drei Spiegel als Seitenflächen a, b, c eines Würfels, die in einer Ecke O zusammenstossen. Die der Ecke O in a, b, c gegenüberliegenden Ecken heissen A, B, C und die den Ecken O, A, B, C im Würfel gegenüberliegenden O', A', B', C'. Dann ist klar, dass, wenn $O'O$ die Richtung der einfallenden Strahlen ist, die anderen Würfeldiagonalen AA', $C'C$, OO' die Richtung der Strahlen nach der ersten, zweiten und dritten Reflexion für die Spiegelung $a\ b\ c$ angeben. Stossen also in unserm Apparat die Spiegel b und c zusammen, so giebt $A'A$ die Richtung an, in welcher der Spiegel a verschoben werden muss. — Man erkennt ferner leicht, dass auf den drei Spiegeln a, b, c die Dreiecke OAC', $OA'C'$, $OA'C$ einander in dem Sinn entsprechen, dass die das erste Dreieck treffenden einfallenden Strahlen nach der ersten und zweiten Reflexion das zweite und dritte Dreieck treffen. Die von der anderen Hälfte des Spiegels a kommenden Strahlen sind für die Spiegelung $a\ b\ c$ verloren, werden aber für die Spiegelung $a\ c\ b$ verwerthet. Bei dieser Einrichtung mit zwei zusammenstossenden Spiegeln kann man die Beobachtungen vermehren,

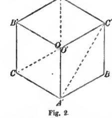


Fig. 2.

da man gleichzeitig zwei Spiegelbilder sieht. Dagegen lässt sich bei Anwendung eines einzigen Bildes eine grössere Helligkeit erzielen. Wegen der dreimaligen Reflexion werden allerdings nur ganz helle Sterne Bilder von genügender Helligkeit geben. Bei Versuchen mit einem primitiven, zwei Bilder gebenden Probeapparat, dessen Spiegel Quadrate von 27 mm Seite waren, habe ich α *Ursae minoris* bei dunklen Fäden auf hellem Grunde im Spiegel beobachten können.

20. Die anzuwendenden Spiegel müssen natürlich mit höchster Genauigkeit plan geschliffen sein. Da die Versilberung der hinteren Spiegelseite leichter auszuführen und dauerhafter ist als die der vorderen, so wird für den ersten Fall die Bemerkung von Nutzen sein, dass ganz kleine Fehler im Parallelismus der beiden Spiegelflächen die hier behandelten Anwendungen nicht ernstlich gefährden würden. Ist ein Spiegel schwach prismatisch, so werden Fehler nur dann entstehen, wenn für eine Beobachtung das Licht in mehreren verschiedenen Richtungen auf den Spiegel fällt. Für die verschiedenen Richtungen der einfallenden Strahlen wird dann der Fehler σ oder μ des Axial- oder Centralspiegels streng genommen verschiedene Werthe und die Axe verschiedene Lagen haben. Doch findet eine solche Aenderung nicht statt, wenn das Licht denselben Weg in entgegengesetztem Sinne durchläuft. Beim Axialspiegelcollimator existirt nun für jeden Spiegel nur eine, nahezu constante Einfallsrichtung. Dasselbe gilt vom Centralspiegelcollimator, so lange nur ein Bild erzeugt wird. Sollen beide Bilder benützt werden, so giebt es für jeden Spiegel *b* und *c* zwei verschiedene Einfallsrichtungen. Man darf sich dann aber einfach verstellen, die zwei Permutationen *a b c* und *a c b* gehören zu zwei verschiedenen Centralspiegeln. Da für jeden derselben durch Benutzung in zwei verschiedenen Lagen die Spiegelfehler eliminirt werden, so ist also eine schädliche Wirkung nicht zu befürchten.

Wenn durch Anwendung des Spiegelcollimators das Umlegen des Passageninstrumentes vermieden wird, so ist zu beachten, dass dafür ein Umsetzen oder Umlegen des ersteren nöthig ist. Der Vortheil besteht also darin, dass das Umlegen eines grossen Instrumentes durch das Umsetzen eines leichten Spiegelapparates ersetzt wird. Während ferner bei der in (11.) erwähnten Methode zwei Collimatoren nöthig sind, brauchen wir nur einen einzigen Spiegelcollimator, da der Stern den zweiten Collimator ersetzt, wodurch dann auch gleichzeitig eine Durchgangsbeobachtung gemacht ist.

Herr Prof. Förster machte mich darauf aufmerksam, dass bei der praktischen Verwerthung der hier behandelten Spiegelcombinationen auch dioptrische Schwierigkeiten zu überwinden sein werden, die davon herrühren, dass nur ein kleiner Theil des Objectivs von den reflectirten Strahlen getroffen wird und die so entstehenden Bilder von denjenigen etwas verschieden sein werden, die durch die Wirkung des ganzen Objectivs erzeugt würden; dieser Fehlerquelle werde man aber durch besondere Untersuchungen ebenso Herr werden können, wie bei der Anwendung von Collimatoren.

Gewinnung von vollkommen reinem Quecksilber.

Von
Prof. Dr. C. Bohn in Aschaffenburg.

Die Mittheilung von Dr. B. Nebel in Stuttgart in Heft 5 des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift S. 175: „Ein einfacher Apparat zur Destillation des Quecksilbers im Vacuum", giebt mir Anlass, eine demselben Zwecke dienende,

sehr viel einfachere und billigere Vorrichtung zu beschreiben, die ich für besser halte, weil sie ganz unzerbrechlich ist und unbeaufsichtigt Tag und Nacht in Wirksamkeit bleiben kann; auch die erste Anfstellung ist gar nicht umständlich.

Ein eisernes Gasleitungsrohr von rund 1,7 m Länge wird umgebogen, so dass zwei parallele Schenkel von etwa 0,9 und 0,78 m entstehen, der verbindende Zwischentheil also ungefähr 20 mm lang ist und das Ganze ein unsymmetrisches *U* bildet. In jeder Gasanstalt kann man sich das machen lassen. Dieses Rohr wird eine Zeit lang erwärmt und trockne Luft durchgeblasen, um alle Feuchtigkeit, die vielleicht darin sein könnte, jedoch kaum dort zu erwarten ist, daraus zu entfernen. Dann füllt man es, während die offenen Enden nach oben gerichtet sind, ganz mit Quecksilber. Dieses nimmt man so rein, als man es haben kann, sorgfältig befreit von Staub durch Filtriren, und von Wasser, Alkohol, Aether, Fett u. s. w. dadurch, dass man es längere Zeit in einer Schüssel einer Temperatur von 120 bis 140° aussetzt. Das gefüllte Rohr wird mit je einem Finger an den Enden verschlossen; ein Gehilfe dreht es um, so dass der Verbindungsschenkel nach oben kommt; man taucht die geschlossenen Enden in zwei Gefässe *A* und *B* mit Quecksilber und zieht unter Quecksilber die verschliessenden Finger weg. Aus den beiden parallelen Schenkeln fällt das flüssige Metall bis auf Barometerhöhe heraus. Der die beiden entstandenen Barometer verbindende Raum ist genügend luftleer. Hat man vor dem Umdrehen des gefüllten Rohres dieses etwas erschüttert, dann mit langem, blanken Eisendraht, an welchem Luftblasen gut adhärirend emporsteigen, in beiden Schenkeln gerührt, so sind die Barometer hinsichtlich der Luftbefreiung so vollständig, als die gewöhnlichen käuflichen, die ja auch nicht ausgekocht werden.

Das aufgestellte Doppelbarometer wird entweder durch ein Stativ in seiner Lage gehalten, oder, noch einfacher, durch einige Eisendrähte und Haken an die benachbarte Wand gehängt.

In dem Gefässe *A*, in welches der kürzere Schenkel taucht, hat man möglichst reines Quecksilber und schöpft es nun so weit als möglich aus, wozu ich mich gerne eines Senflöffels aus Holz oder Horn bediene; es bleibt schliesslich nur eine einige Millimeter dicke Schicht, die gerade noch das Ende des Rohres absperrt. Zu den Gefässen *A* und *B* benutze ich starkwandige $^1/_4$ Litergläser, wie sie als Trinkgeschirre in Wirthschaften verwendet werden.

Durch ein Stativ gehalten, wird eine Bunsen-Gaslampe gegen eine Stelle des langen Schenkels des *U*-Rohres gerichtet, so, dass die Flamme unter stumpfem Winkel das Rohr etwa 7 cm unter der Stelle trifft, wo nach der bekannten Barometerhöhe die Oberfläche des Quecksilbers zu vermuthen ist; die Flamme und die von ihr aufsteigende heisse Luft bestreichen den oberen Theil des langen Schenkels vollkommen. In der Luftleere beginnt das Quecksilber bald zu sieden, was durch ein leises Klingen und schwaches Stossen sich anzeigt. Der Quecksilberdampf kann sich erst abkühlen und verdichten, wenn er die höchste Stelle des langen Schenkels überschritten und nach dem nicht erhitzten (nicht von der Flamme getroffenen) Verbindungstheile gelangt ist. Die reinen, überdestillirten Quecksilbertröpfchen fallen die schiefe Ebene des Verbindungstheiles hinab in das kürzere Barometerrohr. Sofort wird, da der Luftdruck nur jeweils einer ganz bestimmten Quecksilbersäule das Gleichgewicht zu halten vermag, eine der überdestillirten entsprechende Menge Quecksilber aus dem kurzen Barometerrohr in das Auffaugegefäss *A* übertreten. Zunächst ist dieses Quecksilber nur von der

Beschaffenheit, wie man es anfangs einfüllte; erst allmälig wird sich in steigendem Verhältniss ganz reines, nämlich das überdestillirte, beimischen. Aus dem Querschnitte des Rohres und der Barometerhöhe lässt sich einfach berechnen, wie viel Gramm Quecksilber vor Beginn der Destillation im kurzen Schenkel waren, durch Schätzung das Gewicht der dünnen absperrenden Schicht im Glase *A*. Ich nehme nun das allmälig im Glase *A* sich ansammelnde Quecksilber (mit dem Senflöffel) heraus und bestimme sein Gewicht, — worauf es sofort zu abermaliger Destillation in das Glasgefäss *B* gegeben wird. Ist das 6 bis 10 fache Gewicht des ursprünglich im kurzen Schenkel gewesenen aus *A* genommen worden, so darf man annehmen, alles zur ersten Füllung verwendet gewesene Quecksilber sei nun fort und die weiteren Theile, welche sich in *A* ansammeln, seien ganz rein. Ein paar Stücke Pappdeckel über *A* gelegt, hindern das Einfallen von Staub, und die Oberfläche des flüssigen Metalles behält dann auch den höchsten Glanz.

Die Grösse der Flamme lässt sich leicht so regeln, dass kein stürmisches Sieden stattfindet; ich habe oft 15 Stunden lang mich von dem Apparate, bei etwas kleiner gestellter Flamme, entfernt, ohne den geringsten Unfall zu erfahren. Das Schlimmste, was sich ereignen könnte, wäre, dass das Quecksilber im Vorrathsgefässe *B* erschöpft, weil überdestillirt würde; dann könnte Luft eindringen. Das unreine Quecksilber würde aus dem langen Schenkel in das Gefäss *B* zurück, das ganz reine aus dem kurzen Schenkel in das Gefäss *A* ausfliessen; man hätte eben nur wieder die Neufüllung u. s. w. zu besorgen.

Der mit Quecksilberdampf erfüllte Raum — die barometrische Kammer — des langen Schenkels ist so hoch (13 bis 15 cm), dass ein Ueberspritzen von Quecksilbertröpfchen in den Verbindungstheil und dann in das Auffangegefäss *A* gar nicht zu besorgen ist, um so weniger, als das Sieden überhaupt gar nicht stürmisch, sondern sehr stetig erfolgt. Ich habe das Destillat aus stark mit Kupfer verunreinigtem Quecksilber mittels der bekannten, so sehr empfindlichen Reaction auf Kupfer geprüft — nicht die geringste Spur war erkennbar.

Die Bedienung der Vorrichtung erfordert, genügenden Vorrath von zu reinigendem Quecksilber in *B* zu halten und das in *A* allmälig sich sammelnde reine auszuschöpfen. Man darf jedoch nicht gewöhnliches schmutziges Quecksilber sofort nach *B* bringen, weil die flüchtigen Beimengungen, Wasser, Alkohol, Aether, Fette u. s. f. mit übergehen würden, weil aus Staub in der höheren Temperatur flüchtige (brenzliche) Zersetzungsproducte entstehen würden, welche das Destillat verunreinigen müssten. Das unreine Quecksilber wird deshalb zunächst filtrirt, dann einige Zeit in offener Schale auf 130 bis 140° erwärmt. Da ich eine vielleicht übertriebene Besorgniss vor Vergiftung durch Quecksilberdämpfe habe, so pflege ich eine Porzellanschale mit kaltem Wasser einige Centimeter entfernt über der Oberfläche des erhitzten Quecksilbers aufzustellen, in der Absicht, dass sich an dieser Schale das Quecksilber wieder verdichten solle; ich habe jedoch nie einen Beschlag wahrnehmen können.

Zum Filtriren des Quecksilbers benutzt man häufig Glastrichter, welche capillar ausgezogen sind; die Reinigung wird so gut vollzogen, allein es geht, wenn das Rohr enge (und wirksam) ist, sehr langsam; der Trichter verschmutzt bald. Ich ziehe daher ein Verfahren vor, welches ich vor sehr vielen Jahren im Bunsen'schen Laboratorium kennen lernte. In ein aus Schreibpapier geformtes Filter werden feine Löcher gestossen und das Quecksilber durchlaufen gelassen. Es ist besser, statt mit einer Nadel runde, mit der Spitze einer Federmesserklinge



dreieckige Oeffnungen zu stossen, theils in Richtung der Halbmesser des kreisförmigen Papieres, theils rechtwinklig dazu, theils so, dass der Stich von aussen nach innen, theils, dass er von innen nach aussen geführt wurde. — Das Filtriren des Quecksilbers durch Papier geht manchmal auch recht langsam, man kann es aber beschleunigen, wenn man, wie ja jetzt beim Filtriren fast allgemein geschieht, unten die Luft verdünnt. In noch bequemerer Art ist Quecksilber folgendermaassen mechanisch zu reinigen. Ein etwa meterlanges Glasrohr von Bleistiftdicke ist an einem Ende zu einem Trichter erweitert, am anderen entweder glockig aufgebaucht mit umgeschlagenem Rande, oder mit einem einige Centimeter Durchmesser haltenden Glasrohr verschmolzen, welches wellig zusammengestaucht ist, ähnlich wie die Rohrenden, über welche man Kautschukschläuche zieht. Ueber das offene Ende ist ein Stück Leinewand oder sämisch Leder gebunden — man muss es sehr festbinden und die Rinnen aussen am Rohr gestatten ein festes Einlegen und Anziehen der Schnur. Das Ganze wird senkrecht gestellt und mit Quecksilber gefüllt, welches sich mit mehr als Atmosphärendruck durch die Poren presst.

Bei allen Arbeiten mit Quecksilber benutze ich mit Vortheil als Untergestelle Bratpfannen, rechteckig mit hohem Rande und Ausgussdille, aus Eisenschwarzblech; sie sind für wenig Geld in verschiedensten Grössen zu haben; seitdem ich diese Pfannen anwende, geht mir fast gar kein Quecksilber mehr verloren. Schliesslich sei noch einer allerdings keinen Anspruch auf Neuheit erhebenden Erscheinung gedacht. Hat man ganz trockenes reines Quecksilber, namentlich warmes in reiner, trockener Porzellanschale, so findet beim Bewegen eine starke elektrische Erregung statt. Beim Füllen des von mir angegebenen Barometers *(Pogg. Ann. Bd. 160 S. 113)* wird gewöhnlich aus kleiner Porzellanschale gewärmtes ganz reines Quecksilber in ein Rohr gegossen; nicht nur helles Leuchten habe ich dabei oft bemerkt, sondern es sind auch wiederholt ganz kräftige Funken auf meine Hand übergesprungen.

Nachtrag zur Abhandlung: Ein neues Totalreflectometer.

Von

Dr. C. Pulfrich in Bonn. (III. Mittheilung)

Meinen früheren Mittheilungen über das Totalreflectometer[1]) habe ich *Wiedem. Ann. 31. S. 724.* die theoretische Begründung der Wirkungsweise des Cylindermantels folgen lassen. Die Güte der Glascylinder wurde dort einer Besprechung unterworfen, welche sich auf die Untersuchung des Cylindermantels mittels eines empfindlichen Fühlhebels gründet. Auch eine neuerdings von mir ausgeführte Studie über den Regenbogen[2]), wozu die Cylinder Verwendung gefunden haben, hat ebenfalls einen wichtigen Prüfstein für ihre Gestalt abgegeben.

Im Folgenden sollen die Ergebnisse, soweit sie hier von Interesse sind, auszugsweise erörtert werden. Ich glaube damit dem Misstrauen und dem Bedenken zu begegnen, welche vielleicht in manchem Leser gegen die Anwendung eines Glascylinders zu einem wissenschaftlichen Messinstrument, und gegen die Möglichkeit der Herstellung eines Cylinders mit optisch guten Flächen entstanden sind.

[1]) Diese Zeitschrift, 1887, S. 16 u. 55. Vgl. auch Wied. Ann. 30. S. 193 u. S. 487. — [2]) Die Arbeit wird in Wiedemann's Annalen der Physik und Chemie demnächst erscheinen.

I. Die Wirkungsweise des Cylindermantels.

Der auf dem Centrirapparat aufruhende Cylinder werde durch ein Prisma von 90° ersetzt, dessen eine Kathetenfläche senkrecht zur Drehungsaxe orientirt ist. Dann ist ersichtlich, dass beim Drehen der Verticalaxe die zweite Kathetenfläche successive alle diejenigen Lagen einnehmen wird, welche den verticalen, unendlich schmalen Flächenelementen entsprechen, aus denen man sich den Cylindermantel bestehend denken kann. Letzterer bildet die innere Berührungsfläche der sich drehenden zweiten Prismenebene. Man hat es somit in der Hand, den bei Benutzung des Cylinders beobachteten Gesammteffect durch Drehen des Prismas in seine Bestandtheile continuirlich zu zerlegen.

Man stelle deshalb das Fadenkreuz des Fernrohres auf die Grenze ein und drehe die Verticalaxe nach rechts und links, während das Auge beständig durch das Fernrohr sieht. Bei den Versuchen, welche ich in dieser Richtung ausführte, blieb die Grenze stets sichtbar, selbst als der Gesammtdrehungswinkel einen Werth von ungefähr 120° erreichte. Die horizontal liegende Grenzcurve zeigte dabei nicht die geringste Verschiebung gegen das Fadenkreuz. Sie verschwand schliesslich, als die Drehung einen durch die Form der Prismenflächen bedingten Winkel überschritt; eine Verschiebung trat aber niemals ein. Dieses traf zu für isotrope Medien sowohl wie für den ordentlichen Strahl doppeltbrechender Krystalle. — Was den veränderlichen Strahl anbetrifft, beispielsweise für Quarz oder Kalkspath, so war die schräg liegende Grenzcurve zwar scharf, zeigte aber wie früher eine der Azimuthaländerung entsprechende Wanderung. Um also zu einem Urtheil über den Einfluss der Mantelfläche zu gelangen, musste die Krystallplatte an dieser Bewegung behindert werden. Geschah dies, etwa durch Ankleben derselben an einen Halter, und wurde nun das Prisma vorsichtig darunter gedreht, so trat bei Quarz eine zwar noch geringe, aber immerhin merkliche, bei Kalkspath schon eine bedeutende Verschiebung ein. Die Stärke derselben nahm zu mit der wachsenden Neigung der Grenzlinie gegen die Horizontale und entsprach genau der Breite des verschwommenen Bandes bei Benutzung des Cylinders.

In diesen Versuchen liegt schon eine Bestätigung der Wirkung des Cylindermantels. Aber erst die trigonometrische Behandlung (a. a. O. S. 726) hat die vollständige theoretische Erklärung der Brechung geliefert. Unter Zugrundelegung des Satzes, dass für ein System unendlicher Strahlen es gleichgiltig ist, welchen Punkt der brechenden Tangentialebene oder einer ihr parallelen Fläche man als Austrittspunkt ansicht, dass es also nur auf die Richtung der Strahlen ankommt, habe ich die Brechung der Grenzkegelstrahlen an dem Cylindermantel verfolgt. Das Ergebniss war, dass für alle Grenzkegel, deren Grundflächen Kreise sind, die Strahlen auch nach der Brechung auf dem Mantel eines Kreiskegels verbleiben, dass aber, wenn die Form der Grundfläche von der genauen Kreisgestalt abweicht (Ellipse, Gerade, Hyperbel), die an den einzelnen Tangentialebenen zur Brechung gelangenden Grenzkegel nach der Brechung nicht mehr zusammenfallen.

Hieraus ergiebt sich also, dass es im ersteren Falle gleichgiltig ist, ob wir durch die Planfläche eines Prismas oder durch die Mantelfläche eines Cylinders hindurch die Grenzcurve der Totalreflexion betrachten. Für den veränderlichen Strahl aber muss eine um so grössere Verwaschung des Grenzcurvenstückes eintreten, je mehr der Grenzkegel von der Form dieses Kreiskegels abweicht, oder wie wir früher gesagt haben, je stärker die Grenzlinie gegen die Horizontale geneigt erscheint. Wir haben ferner gesehen, dass die-

jenigen Grenzeurvenstücke, welche den Hauptbrechungsindices der Krystalle entsprechen, durch das Maximum der Schärfe sich auszeichnen; und es lässt sich dies ebenfalls mit den obigen Resultaten in Einklang bringen, da man praktisch die Curvenstücke in diesen Lagen als Kreistheile ansehen kann.

II. Untersuchung der Cylinder.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich zunächst mit Nothwendigkeit, dass alle an den Mantel angelegten Tangentialebenen parallel zur Drehungsaxe des Apparates oder des Cylinders verlaufen müssen, d. h. der Mantel muss vollkommen gerade sein und darf keine Wellen zeigen.[1])

Um die Cylinder diesem Zustande möglichst nahe zu bringen, werden dieselben mittels eines von Hrn. Wolz eigens zu dem Zweck construirten Fühlhebels untersucht. Derselbe besitzt eine fast 2000fache Vergrösserung. Da die Cylinder so lange polirt werden, bis der Zeiger weniger als 1 mm Ausschlag anzeigt, so dürften die Dickendifferenzen auf 0,0005 mm ausgeglichen sein. Setzen wir den Fall, die Dickenänderung erfolge stetig vom oberen zum unteren Ende des Cylinders, so würde für den Oeffnungswinkel des Kegels der geringe Betrag von 3,6″ sich ergeben. Dieser Winkel mag sich verdreifachen und selbst vervierfachen, wenn die Aenderungen nicht stetig verlaufen; einen messbaren Einfluss vermag diese geringe Wellenform nicht auszuüben. Denn da nur die Hälfte des Oeffnungswinkels als Abweichung δ vom brechenden Winkel 90° in Frage kommt, so beträgt diese höchstens 8 bis 10″. Die Berechnung der Brechungsindices nach der allgemeinen Formel ($\varphi = 90^\circ \pm \delta$):

$$n = \sin\varphi \sqrt{N^2 - \sin^2 i} - \sin i \cos\varphi,$$

welche mit Rücksicht auf den vorliegenden Werth φ sich auch schreiben lässt:

$$n = \sqrt{N^2 - \sin^2 i} \pm \sin i \sin\delta,$$

lässt aber erkennen, dass kaum die fünfte Decimale des Brechungsindex beeinflusst wird.

Man stelle die erhaltenen Resultate den Beobachtungen des Hrn. Sieben[2]) gegenüber, welcher mit Rücksicht auf die Beeinflussung des Brechungsindex durch Fehler im Schliff der Flächen eine grössere Anzahl Prismen untersucht hat: Der Vergleich wird gewiss nicht zu Ungunsten des Cylinders ausfallen.

Des Weiteren hat die Untersuchung der Cylinder erkennen lassen, dass dieselben mehr oder weniger oval im Querschnitt sind. Da indessen der Querschnitt, wie aus der theoretischen Behandlung hervorgeht, ohne Bedenken von der genauen Kreisform abweichen darf[3]), so ist von einer weiteren Vervollkommnung der Cylinder Abstand genommen worden.

Die oben erwähnte Studie über den Regenbogen bot mir ein vortreffliches Mittel, die Cylinder bezüglich ihres Querschnittes einer erneuten Prüfung zu unterziehen. Die Cylinder werden zu dem Ende auf das Tischchen des Meyer-

---

[1]) Die früher (S. 21) beschriebene optische Untersuchungsmethode mittels eines kleinen Probegläschens liess die Fehler eines noch nicht fertig polirten Cylinders deutlich hervortreten. Zum Schutz der Planfläche empfiehlt es sich, das Gläschen excentrisch aufzulegen und die Verticalaxe um 180° zu drehen. — [2]) Sieben, Untersuchungen über anomale Dispersion, Bonn 1879. S. 44; Verhandl. der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. **13.** S. 149, 1884. Wiedem. Ann. **23.** S. 316. 1884. — [3]) Das schliesst dann auch ein, dass die Axe des Cylinders nicht streng mit der Verticalaxe des Apparates zusammenzufallen braucht. Eine von Zeit zu Zeit auszuführende Prüfung der Orientirung des Cylinders hat sich deshalb auf die Planfläche unter Benutzung der vier unteren Correctionsschrauben zu beschränken.

stein'schen Spectrometers vertical aufgesetzt und nun das Fadenkreuz auf einen der beobachteten Interferenzstreifen eingestellt. Eine Abweichung des Querschnittes macht sich dadurch bemerkbar, dass beim Drehen des Tischchens das Streifensystem eine geringe Verschiebung gegen das Fadenkreuz erleidet. In Anbetracht der häufigen Reflexionen bei Benutzung eines Regenbogens höherer Ordnung muss diese Prüfung als eine äusserst empfindliche betrachtet werden.

Es ist nun schliesslich, und zwar durch Anwendung einer etwas abgeänderten Schleifmethode, gelungen, Cylinder herzustellen, die auch bezüglich des Querschnittes tadellos sind. Für einen nur 15 mm dicken Glascylinder, der für die Regenbogenuntersuchung besonders verwerthet worden ist, war von der beschriebenen Bewegung der Streifen selbst nach einer 7fachen inneren Reflexion nicht das Geringste zu erkennen.

III. Schlussbemerkungen.

Ich schliesse meine Mittheilungen über das Totalreflectometer mit einer Zusammenstellung derjenigen Aufgaben der Krystalloptik, für welche dasselbe praktisch verwerthet werden kann[1]):

a) Optisch einaxige Krystalle.

1. Messung der beiden Hauptbrechungsindices an einer beliebig gelegenen Schnittfläche des Krystalles.

2. Experimentelle Prüfung der aus den Fresnel'schen Gesetzen abgeleiteten Beziehungen für die Erscheinungen der Totalreflexion; desgleichen für zweiaxige Krystalle.

3. Prüfung der Lage einer Grenzebene, welche zur optischen Axe parallel oder senkrecht sein soll.

4. Bestimmung der Neigung einer Grenzebene zur optischen Axe.

b) Optisch zweiaxige Krystalle.

5. Messung der drei Hauptbrechungsindices an Grenzebenen, welche zu einer der drei optischen Symmetrieebenen parallel sein müssen.

6. Directe Bestimmung des Winkels der optischen Axen, einschliesslich Dispersion derselben, an einer Grenzebene parallel zu der optischen Axenebene durch Einstellung auf den Durchschnitt der Grenzcurven, sowie Berechnung der fraglichen Winkel aus den Hauptbrechungsindices.

7. Bestimmung des Winkels, welchen eine zu einer optischen Symmetrieaxe parallele Grenzebene mit einer der beiden anderen Axen macht.

8. Prüfung der Lage einer Grenzebene, welche zu einer optischen Symmetrieebene parallel sein soll.

Sieht man von den unter 2. und 6. erwähnten Messungen ab, so genügt für alle anderen Aufgaben die Einstellung auf die Maximal- und Minimallagen der Grenzcurven. Da diese Lagen sich gleichzeitig durch das Maximum der Schärfe auszeichnen, so ist man keinen Augenblick zweifelhaft, ob man es mit den Extremgrenzcurven wirklich zu thun hat. Zudem wiederholen sich die Erscheinungen nach jeder halben Umdrehung des Cylinders, und man ist durch Mittelbildung im Stande, das Resultat von dem Einfluss einer etwa vorhandenen fehlerhaften Lage der Krystallfläche zu befreien. Gerade in dieser charakteristischen Wirkungsweise des Cylinders bin ich geneigt, den Hauptvorzug des Totalreflectometers

[1]) Neuerdings habe ich das Totalreflectometer durch Anbringung einer Vorsteckluppe auch zu directen stauroskopischen Messungen verwendbar gemacht.

zu erblicken, dem man gern die Trübung der mittleren Curventheile nachsieht, welche für die Aufgaben 2. und 6. die Anwendung des Verticalspaltes nöthig macht.

Auch die Anwendbarkeit des Totalreflectometers als Axenwinkelmessapparat (6.) ist durch eine von Hrn. Cand. Mülheims ausgeführte Untersuchung, die zur Zeit noch fortgesetzt wird, aber schon eine grössere Anzahl zweiaxiger Krystalle umfasst, in schönster Weise bestätigt worden. Die direct gemessenen Axenwinkel sind nicht nur in guter Uebereinstimmung mit den aus den Brechungsindices berechneten, sondern lassen die jedem Krystall eigenthümliche Dispersion der Axen deutlich erkennen. Die Versuche werden mit directem Sonnenlicht unter Benutzung der Fraunhofer'schen Linien ausgeführt. Die starke Dispersion der neuen Spectroskope (das mittelste der drei Prismen hat den Index 1,95) überschreitet selbst die eines Berliner Spectroskopes mit fünf Prismen. Auf Anwendung der Scale ist deshalb verzichtet worden.

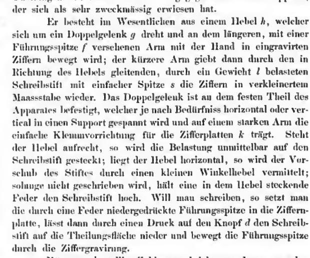
Es sei zum Schluss noch erwähnt, dass der früher angewandte Spalt mit symmetrisch sich bewegenden Schneiden jetzt durch mehrere schmale ersetzt worden ist, die in einen vor dem Objectiv angebrachten Schieberkasten nacheinander eingesteckt werden können. Letzterer dient auch zur Befestigung der Vorsteckklupe.

Bonn, im August 1887.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Schreib-Apparat für Theilungs-Bezifferung.

Von **A. Repsold & Söhne** in Hamburg.





Seit etwa 10 Jahren verwenden wir zur Bezifferung unserer Theilungen den hierbei in Abbildung gegebenen Schreib-Apparat, der sich als sehr zweckmässig erwiesen hat.

Er besteht im Wesentlichen aus einem Hebel *h*, welcher sich um ein Doppelgelenk *g* dreht und an dem längeren, mit einer Führungsspitze *f* versehenen Arm mit der Hand in eingravirten Ziffern bewegt wird; der kürzere Arm giebt dann durch den in Richtung des Hebels gleitenden, durch ein Gewicht *l* belasteten Schreibstift mit einfacher Spitze *s* die Ziffern in verkleinertem Maassstabe wieder. Das Doppelgelenk ist an dem festen Theil des Apparates befestigt, welcher je nach Bedürfniss horizontal oder vertical in einen Support gespannt wird und auf einem starken Arm die einfache Klemmvorrichtung für die Zifferplatten *k* trägt. Steht der Hebel aufrecht, so wird die Belastung unmittelbar auf den Schreibstift gesteckt; liegt der Hebel horizontal, so wird der Vorschub des Stiftes durch einen kleinen Winkelhebel vermittelt; solange nicht geschrieben wird, hält eine in dem Hebel steckende Feder den Schreibstift hoch. Will man schreiben, so setzt man die durch eine Feder niedergedrückte Führungsspitze in die Zifferplatte, lässt dann durch einen Druck auf den Knopf *d* den Schreibstift auf die Theilungsfläche nieder und bewegt die Führungsspitze durch die Ziffergravirung.

Müssen mehrstellige Zahlen geschrieben werden, so werden die erforderlichen Ziffern gleich neben einander festgeklemmt.

Mit einiger Sorgfalt lassen sich Ziffern von nur 0,3 mm Höhe mit diesem Apparat schreiben.

Bericht über die Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente, Apparate und Präparate auf der 60. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Wiesbaden im September 1887.

Die Ausstellungen, welche in den letzten Jahren, ähnlich wie bei der englischen meteorologischen Gesellschaft schon seit längerer Zeit, gelegentlich der Versammlungen deutscher Naturforscher und Aerzte organisirt worden sind, scheinen in Aufnahme zu kommen. Konnten wir schon in unserem Bericht über die vorjährige Ausstellung in Berlin, (vgl. diese Zeitschr. 1886 S. 348, 388, 425) eine zahlreiche Betheiligung der Präcisionstechnik constatiren, so war die diesjährige Ausstellung von Seiten der deutschen Mechaniker nicht nur, sondern auch aus dem Auslande, aus Oesterreich, der Schweiz, ja auch aus England, gleichfalls gut beschickt, wenn auch manche Gebiete schwächer vertreten waren. Eine alle Gebiete der Präcisionstechnik umfassende, vollständige Ausstellung, zu welcher unseres Erachtens die Zeit gekommen ist und zu der sich die deutschen Mechaniker bald werden entschliessen müssen, werden diese alljährlichen Veranstaltungen allerdings nie bieten können; das verbietet ausser anderen Gründen der jährliche Turnus und die kurze, nur wenige Tage umfassende Zeit derselben. Nichts destoweniger sind diese kurzdauernden Ausstellungen nicht ohne grossen Nutzen sowohl für die Technik wie für die Wissenschaft; sie vermitteln dem während der Naturforscher-Versammlung anwesenden competenten Fachpublicum die Kenntniss neuer Erscheinungen, neuer Modificationen und Verbesserungen, und erlauben, Vergleichungen und stellenweise auch cursorische Prüfungen gleichartiger Apparate vorzunehmen. Die Ueberzeugung von dem Nutzen solcher Veranstaltungen scheint sich denn auch in Mechanikerkreisen rasch Bahn zu brechen.

Ein Nachtheil dieser Ausstellungen wird es immer sein, dass sie sich dem Charakter der Naturforscher-Versammlung anpassen müssen und dass daher eine übersichtliche Anordnung des Stoffes sehr erschwert ist. Die Wiesbadener Ausstellung zeigte auch nach dieser Richtung einen Fortschritt gegen ihre Vorgängerinnen; es kann dies kein Vorwurf gegen die früheren Veranstalter sein, auf deren Erfahrungen die Nachfolger naturgemäss weiter bauen. Die diesjährige Ausstellungs-Commission hatte sich aber diese Erfahrungen mit Erfolg zu Nutzen gemacht. Die Ausstellung war übersichtlicher als die früheren, was sich auch in der Anordnung des Kataloges aussprach und den Besuch sehr erleichterte. Dieser Fortschritt ist besonders der unermüdlichen Thätigkeit des Vorsitzenden der Ausstellungs-Commission, des Herrn L. Dreyfus zu danken, dessen zuvorkommender Liebenswürdigkeit Besucher wie Aussteller zu Dank verpflichtet sind.

Der nachfolgende kurze Bericht macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit; er soll nur einen Ueberblick über die Fülle des Gebotenen geben, jedoch werden einzelne besonders interessante Objecte an anderer Stelle dieser Zeitschrift eingehende Besprechung erfahren.

Geodätische und astronomische Instrumente waren in diesem Jahre noch weniger vertreten als in der vorjährigen Berliner Ausstellung. Hildebrand & Schramm in Freiberg i. S. (früher A. Lingke & Co.) hatten einen kleinen Universal-Reisetheodoliten ausgestellt; die Kreise sind mit Nonien versehen, welche für den Höhenkreis (10,5 cm) 30 Secunden, für den Horizontalkreis (8,5 cm) 1 Minute angeben; die Mikrometerschraube für die Verticalbewegung des Fernrohres ist mit einer Trommel versehen und zum Distanzmessen mit der Constante 100 eingerichtet, so dass für Reisezwecke genügend genaue Längenmessungen mit einer leicht transportablen Basisstange ausgeführt werden können. Der Apparat ist auf der Leipziger Sternwarte geprüft und löst nach Mittheilungen des Herrn Prof. Dr. Bruns, „die Aufgabe, mit einem Minimum von Gewicht bequem und sicher Winkelmessungen zu erhalten, deren mittlerer Fehler nur einige Zehntelminuten beträgt.“ Der Apparat dürfte deshalb, trotz seiner kleinen Dimensionen für die Zwecke der Forschungsreisenden ausreichend und praktisch sein. — Einen kleinen Taschen-Theodoliten von sehr compendiöser Form hat F. Miller in Innsbruck ausgeführt. Das Instrument ist mit Repetitionskreis, Ocular- und Objectiv-Prisma,



Sonnenglas, Illuminator, Bussole und Regeltransporteur versehen, so dass es für die verschiedensten Messzwecke dienen kann. — Die deutsche Seewarte in Hamburg brachte einen nach Angabe ihres Directors Geh.-Rath Neumayer, von Hechelmann ausgeführten Reisetheodoliten neuester Construction, der zu magnetischen Aufnahmen dienen soll, zur Anschauung; von derselben Behörde lag ein von Repsold nach Döllen's Angabe construirtes Prismenrohr mit mikroskopischer Ablesung aus. — Prof. K. W. Zenger in Prag zeigte einen, von ihm Stereomikrometer genannten Apparat vor, der zur Messung von Distanz- und Positionswinkeln von Sternen, sowie auch zur Aufnahme irdischer Objecte dienen soll; ein Nivellirinstrument oder astronomisches Fernrohr trägt parallel zum Ocularrohr ein zweites gleich starkes (beides Ramsden'sche) Ocular; der Beobachter sieht nun zwei Diaphragmenkreise, die sich überdecken; in dem zweiten Oculare trägt das Diaphragma ein in Quadrate getheiltes Glasmikrometer, auf welches der durch das Fernrohrocular gesehene Gegenstand projicirt erscheint und auf dem ein rechtwinkliges Coordinatensystem festgelegt ist; an den Abscissen- und Ordinatenaxen des letzteren sollen die Coordinaten des Objectes abgelesen und so Distanz- und Positionswinkel gefunden werden. — E. v. Gothard's Keilphotometer mit Typendruck-Registrirvorrichtung erleichtert die Beobachtung und vermeidet einige Fehlerquellen physiologischen Charakters (vgl. über dies Instrument das vorige Heft dieser Zeitschr. S. 347). Derselbe Aussteller führte seinen Universalspectrographen für Sternspectra nebst Nebenapparaten (vgl. diese Zeitschr. 1887 S. 5), sowie die neuesten Formen seiner Apparate zur Himmelsphotographie vor; eine ausführliche Beschreibung der letzteren werden unsere Leser in einem der nächsten Hefte finden.

Die Gruppe der physikalischen Messapparate zeigte manche neue Erscheinungen bezw. neue Modificationen älterer Apparate. W. Apel in Göttingen hatte zwei Kohlrausch'sche Totalreflectometer zur Ermittlung der Lichtbrechungsverhältnisse fester und flüssiger Körper ausgestellt, ein älteres Instrument und ein neueres mit Modificationen von Klein und Groth. — Das Totalreflectometer von Dr. C. Pulfrich, von M. Wolz in Bonn ausgeführt, ist unseren Lesern bekannt (vgl. diese Zeitschr. 1887 S. 16, 55 u. 392); neuerdings ist das Instrument für die Zwecke des Chemikers so modificirt, dass an Stelle des Cylinders ein Prisma getreten ist; eine genaue Beschreibung des neuen Apparates mit Abbildungen wird in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschr. erscheinen. — Die Spectralapparate waren wenig vertreten. Der zuletzt genannte Aussteller hatte das im diesjähr. Juli-Hefte dieser Zeitschr. S. 269 beschriebenen Spectrometer (nach Raps) vorgeführt. Ausser einigen der neueren Spectralapparate von Fr. Schmidt & Haensch in Berlin lagen noch zwei Spectroskope von Prof. K. W. Zenger in Prag aus, sein geradsichtiges doppeltbrechendes Spectroskop (vgl. diese Zeitschr. 1881 S. 263) und ein Astrospectroskop; in letzterem wird der Stern zur Lichtlinie ausgebreitet und durch ein Spectroskop betrachtet; eine Quarzlinse vermittelt die Beobachtung im ultravioletten Theile des Spectrums. — Unser Mitarbeiter J. W. Giltay in Delft zeigte unter einer Reihe seiner neuen Apparate ein Instrument zur Messung der Temperaturcoefficienten von Metallstäben; der zu bestimmende Stab wird in ein Glasrohr eingeschlossen, in den Apparat gebracht und Wasserdampf durch das Glasrohr geleitet; die eintretende Verlängerung des Stabes wird dann durch sein Spiegelbild gemessen; der Apparat giebt nach den Angaben des Verfertigers zwar keine grosse absolute Genauigkeit, — wofür er auch nicht construirt ist, — aber genügende relative. — Die neue Quecksilberluftpumpe von Greiner & Friedrichs in Stützerbach i. Th. (vgl. *Wiedemann's Ann. d. Phys.* **29.** S. 672.) zeigte bemerkenswerthe Modificationen; erstens ist nur ein einziger Hahn zu bedienen; sodann sind die Schliffstücke mit Quecksilberdichtungen versehen, sodass etwaiges Eindringen der Luft verhütet wird. Die Anordnung eines Dreiweghahnes vermeidet ferner die Rillenbildung zwischen Hülse und Stopfen in der peripheren Richtung der Bohrungen, durch die sonst der Hahn leicht undicht wird; endlich sind zum Umstellen des Haupthahnes Drehungen von 90° und 180° angeordnet. — Die *Société genévoise pour la construction d'instruments de physique* in Genf war durch eine Reihe von Instrumenten vertreten. Ausser ihrer, unseren Lesern bekannten Kreistheilmaschine (vgl.



diese Zeitschr. 1883 S. 52) hatte die Gesellschaft ein Modell ihres Kathetometers ausgestellt; dasselbe, für Höhen von 70 cm bestimmt, ist um eine centrale Axe drehbar; die Theilung ist auf Silber eingerissen, mit Nonius von Fünftelmillimeter Angabe; das Fernrohr mit Mikrometer ist zum Umlegen eingerichtet und mit zwei Objectiven für grössere und kleinere Distanzen versehen. Ferner lag ein Normalmeterstab der genannten Gesellschaft in *H*-Form aus; die Form dieses Stabes ist die von der internationalen Meter-Commission für die Prototypmeter gewählte und bietet mit geringer Masse den möglichst grossen Widerstand und zugleich die grösste Oberfläche für Temperaturwechsel dar. Die Theilung befindet sich auf der neutralen Axe des Systems und hat deshalb unter Durchbiegungen wenig zu leiden.

(Schluss folgt.)

Referate.

Verbessertes Prisma à vision directe.

Von Dr. C. Braun. *Berichte des Erzbischöfl. Haynald'schen Observatoriums zu Kalocsa in Ungarn.*

Ein Nachtheil der Prismen *à vision directe* ist der Umstand, dass die Länge der Glasmassen, welche von den Lichtstrahlen passirt werden muss, eine viel grössere ist als bei den freien Prismen, und dass daher ein grosser Lichtverlust durch Absorption entsteht. Verfolgt man den Gang der Lichtstrahlen genauer (s. Fig. 1), so sieht man, dass das mittlere Crownglasprisma in der Nähe seiner brechenden Kante bis zu einem Abstand von derselben, welcher etwa $^1/_4$ der Breite des Prismas gleichkommt, überhaupt keine Verwendung findet. Verf. schlägt daher vor, dieses Crownglasprisma und in Folge dessen auch die beiden Flintglasprismen gleich von vorn herein kleiner herzustellen und, wie Fig. 2 es zeigt, aneinander zu kitten; die oben entstandene Vertiefung füllt er durch ein aus gewöhnlichem Glas bestehendes, roh geschliffenes Prisma *o* aus, welches gleichzeitig den Zusammenhalt des Ganzen unterstützt. Ist z. B. die Breite des Amici-Prismas 20 mm, so macht die Verkürzung gerade 1 cm aus, und da der Weg der Lichtstrahlen im Prisma nahe 93 mm beträgt, so findet eine Verkürzung derselben von fast 11% statt. Nun absorbirt aber 1 cm Crownglas von dem auffallenden Licht etwa $2^1/_2$% der rothen, 4,7% der grünen und 20% der violetten Strahlen; im Mittel kann man daher annehmen, dass die Intensität des Lichtes, welches das verkürzte Prisma verlässt, 5% grösser ist als bei Anwendung des unverkürzten Prismas. Die Absorption, welche im letzteren etwa 35,6% des auffallenden Lichtes ausmacht, wird somit um fast ein Zehntel ihres Betrages vermindert. Ein kleiner Vortheil ist auch der, dass durch Beseitigung der 1 cm dicken Schicht des die Strahlen ungleich absorbirenden Crownglases die relative Intensität der verschiedenen Spectralfarben etwas gleichförmiger wird und das Spectrum etwas weiter nach dem Violett hin wahrnehmbar ist.

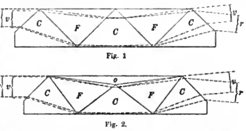


Fig. 1

Fig. 2.

Einen zweiten Vortheil erreicht Verf. — doch mögen ihm hierin Andere zuvorgekommen sein — indem er die Lage und Gestalt der Prismen etwas ändert, damit das durchgehende Strahlenbündel eine grössere Breite erhält. Als nächstliegendes Mittel zur Erreichung dieses Zweckes böte sich wohl eine Vergrösserung der Dimensionen des Prismas überhaupt, aber abgesehen davon, dass dadurch auch Gewicht und Preis des Apparates in sehr starkem Verhältniss zunehmen, wird durch die Absorption der Gewinn wieder grossentheils aufgehoben. Bei den gewöhnlichen fünffachen Prismen pflegen die drei mittleren

Prismen rechtwinklig und ihre Trennungsflächen unter 45° gegen die Axe des Ganzen geneigt zu sein. Verf. dreht nun die beiden Flintprismen so, dass die Strahlen mittlerer Brechbarkeit bei ihrem Durchgang gegen die beiden Endflächen gleich geneigt sind, entsprechend der Stellung freier Prismen im Falle der kleinsten Ablenkung. Während für ein gewöhnliches fünffaches Prisma von 20 mm Breite mit den brechenden Winkeln 91° 56,3′; 90°; 90°; 90°; 91° 56,3′, wie Fig. 1 ein solches darstellt, Verf. eine Breite des durchgehenden Lichtbündels von 9,1 mm herausrechnet, betrug sie 11,0 mm für ein Prisma mit den Winkeln 82° 26,8′; 90°; 105°; 90°; 82° 26,8′. Für das Flint wurde der mittlere Brechungsindex gleich 1,750, für das Crown gleich 1,5343 angenommen. Obwohl auch für das zweite Prisma kein ganz symmetrischer Durchgang der Strahlen angestrebt worden war, in welchem Fall die brechenden Winkel 81° 9,2′; 90°; 107° 30,8′; 90°; 81° 9,2′ hätten sein müssen, so ergab sich also doch schon eine Vermehrung der Intensität um 20,9 %.

Mit der mehr symmetrischen Anordnung der Prismen gegen die durchgehenden Strahlen ist ferner der Vortheil verbunden, dass dabei kleinere Ein- und Austrittswinkel an den brechenden Flächen vorkommen; das Maximum stellt sich auf 57°, während es sonst 67° beträgt. Durch die Rechnung fand Verf., dass die Intensität der austretenden Lichtmenge in Folge dessen um 3,33 % gesteigert wird.

Ein Amici-Prisma, an dem die besprochenen Abänderungen vorgenommen sind, bietet sonach einen Gewinn an Lichtstärke 1) durch Verkürzung mindestens 4 bis 5 %, 2) durch die grössere Breite des durchgelassenen Strahlenbündels 20,9 % und 3) durch die Vermeidung der grossen Ein- und Austrittswinkel 3,33 %, im Ganzen also:

$$100\ (1{,}04 \,.\, 1{,}209 \,.\, 1{,}033 - 1) = 30{,}5\ \%.$$

Die Dispersion ist allerdings bei einem Prisma der gewöhnlichen Construction grösser. Für die beiden oben mit einander verglichenen Prismen ergab sie sich mit den Variationen der obigen Brechungsindices ± 0,025 für das Flint und ± 0,0083 für das Crown zu 12° 26′, bezw. 10° 7,5′. In vielen Fällen jedoch, besonders bei Untersuchung der Nebelflecken- und Kometen-Spectra ist weniger eine starke Dispersion als eine grosse Intensität erwünscht. Diese wird aber gerade durch die Verkürzung des Spectrums von 12° 26′ auf 10° 7,5′ um 22,8 % vermehrt, folglich ist im Ganzen der Gewinn an Helligkeit 100 (1,228 . 1,305 — 1) = 60,26 %. Bei gleich starkem Beobachtungsrohr ist das Spectrum des abgeänderten Prismas demnach um 22,8 % kürzer, aber um 60,26 % lichtstärker als das Spectrum des gewöhnlichen Amici-Prismas.

Die im Obigen vorkommenden Zahlen sind die vom Verfasser angegebenen, wobei nur der mittlere Winkel des dritten Prismas unmittelbar in 107° 30′,8 corrigirt wurde, während im Original wahrscheinlich in Folge eines Druckfehlers 107° 38′,8 steht. Ausserdem findet aber Ref. die gleich Eingangs erwähnte Verkürzung des Prismas nur gleich 9,0 mm oder 9,7 %, während sie nach dem Verf. „gerade 1 cm" oder nahezu 11 % beträgt. — Die Winkel 57° und 67° sind die grössten bei den beiden mit einander verglichenen Prismen vorkommenden Austrittswinkel, auf die es jedoch im Grunde weniger ankommt als auf die Eintrittswinkel; als deren Maxima fand Ref. 55° und 64°. Endlich ergaben sich nach Rechnung des Ref. die Dispersionen der beiden Prismen zu 11° 51′,6 und 9° 39′,0, während Verf. bezw. 12° 26′ und 10° 7′,5 angiebt. Die Vergrösserung der Intensität ist allerdings in diesem Falle fast die gleiche wie im ersteren, nämlich 22,9 statt 22,8 %, so dass sich der vom Verf. berechnete Gewinn an Helligkeit dadurch nicht wesentlich ändert.

Kn.

Ueber die Selbstregistrirung der Intensität der Sonnenstrahlung.

Von A. Crova. *Comptes Rendus.* ***104.*** *S. 1231.*

Ueber den nach den Angaben des Herrn Crova construirten selbstregistrirenden Apparat zur Messung der Wärme der Sonnenstrahlung ist schon in dieser Zeitschrift 1885 S. 442 kurz referirt worden. Dieses mit Hilfe von Thermoelement und Photographie continuirlich aufzeichnende Aktinometer ist nun seit mehr als einem Jahre an der land-

wirthschaftlichen Schule zu Montpellier in Thätigkeit, fnnctionirt ganz befriedigend und gestattete bereits die Aufstellung der ersten ein Jahr umfassenden Beobachtungsresultate über den täglichen und jährlichen Verlauf der Stärke der Sonnenstrahlung an unserer Erdoberfläche. In der obigen ergänzenden Note legt Herr Crova einige weitere Bemerkungen nieder, welche für die Theorie und Praxis aktinometrischer Beobachtungen nicht ohne Interesse sind. — Die Benutzung der **statischen** Methode zur Messung der Stärke der Sonnenstrahlung, wobei also der stationäre Temperaturzustand in der die Strahlung receptirenden Fläche abgewartet wird, kann offenbar nur dann ein genaues Maass für die erstere Grösse liefern, wenn die Bedingung erfüllt ist, dass der „Wasserwerth" (Product aus Masse und spec. Wärme) des thermometrischen Reservoirs oder der aktinometrischen Scheibe (die eine exponirte Löthstelle des Thermoelementes bei Crova's Apparat) welche die Strahlung auffängt, so klein gewählt worden, dass er praktisch zu vernachlässigen ist. Nur dann können die Schwankungen und oft sehr feinen Oscillationen in der Stärke der Sonnenstrahlung durch den registrirenden Apparat getreu wiedergegeben werden. Je grösser eben die Masse des thermometrischen Receptors ist, d. h. je länger es dauert, bis der stationäre Zustand eintritt, um so mehr werden die Feinheiten in der aktinometrischen Curve abgeschwächt bezw. abgestumpft. Um sich jener theoretisch geforderten Bedingung soviel als möglich zu nähern und zugleich die Empfindlichkeit des registrirenden Aktinometers durch Vergrösserung des Potentiales der aktinometrischen Scheibe zu vermehren, hat Herr Crova dem Eisen-Kupfer-Thermoelement ein solches aus Eisen-Neusilber substituirt, dessen Scheibchen eine Gesammtdicke von nur 0,2 Millimeter und 10 mm Durchmesser hatte; das ganze Gewicht ist bloss 0,125 Gramm, der Wasserwerth daher ungefähr 12 Milligramm.

Für die nachherige Berechnung bezw. Umsetzung der Angaben des Registrirapparates in absolutes Maass ist es ferner unerlässlich, sich zu versichern, ob der thermometrische Excess (Temperaturüberschuss) der aktinometrischen Scheibe hinreichend klein genug ist, um nach dem **Newton**'schen Gesetze seine Proportionalität mit der Erkaltungsgeschwindigkeit voraussetzen zu dürfen.

Zu dem Behufe stellte sich Herr Crova ein genau gleiches aktinometrisches Element her, wie er ein solches bei seinem Registrirapparate verwendete, und bestimmte mit Hilfe eines Potentiometers das Potential (Potentialdifferenz) dieses aktinometrischen Elementes, für eine Temperaturdifferenz der beiden Löthstellen von 1° des hunderttheiligen Thermometers; hierans liess sich dann der thermometrische Excess der aktinometrischen Scheiben während ihrer Exposition, sowohl für diesen wie für den eigentlichen Registrirapparat leicht berechnen. Zahlreiche solche Potentialbestimmungen, die an diesem möglichst unter denselben Umständen der Sonnenstrahlung ausgesetzten Hilfsaktinometer und correspondirend mit den Aufzeichnungen des gewöhnlichen Registrirapparates vorgenommen wurden, führten Herrn Crova zu den nachfolgenden Schlüssen:

1) Die Angabe des Potentiometers unterliegt genau den nämlichen Schwankungen wie der Strom, der die photographische Curve aufzeichnet; wenn das letztere Diagramm Oscillationen zeigt, so variirt auch die Länge des Messdrahtes, welcher das Potentialgleichgewicht bestimmt, continuirlich und es ist fast unmöglich, diejenige Länge desselben zu finden, welche das Galvanometer auf 0 zurückführt.

2) Es ist leicht, durch passende Wahl des Widerstandes, der Messungsmethode der Stärke der Sonnenstrahlung mit dem Potentiometer eine beliebige Empfindlichkeit zu geben, also z. B. eine Calorie durch eine Drahtlänge von 500 Millimeter zu repräsentiren.

3) Der thermometrische Excess der aktinometrischen Scheibe, die in dem **registrirenden** Aktinometer der Strahlung ausgesetzt wird, ist 0°,54 pro Calorie (Minute, Centim.); in extremen Fällen, wo die Strahlung 1,4 Cal. erreicht, was manchmal an sehr heiteren Tagen geschieht, bleibt indessen der thermometrische Excess immer noch **unterhalb** eines Grades; innerhalb dieser Grenzen ist das Newton'sche Erkaltungsgesetz aber streng anwendbar. *J. Maurer.*

Ueber ein elektrisches Pendel.

Von J. Carpentier. *Compt. Rend.* **104.** *S. 1785.*

Um dem Pendel die durch den Luftwiderstand und den Reibungswiderstand der Aufhängung absorbirte Energie wieder zu ersetzen, wird der Aufhängungspunkt in der Schwingungsebene in horizontaler Richtung periodisch um eine kleine Strecke (bei dem speciell beschriebenen Pendel um 0,02 mm) verschoben. Die Verschiebung wird bewirkt durch die für die erforderliche Grenze justirbaren Oscillationen der Armatur einer Art polarisirten Relais, an dessen Anker das Pendel mittels eines dünnen Stahlblättchens hängt. Die für die periodische Verschiebung des Aufhängungspunktes erforderlichen periodischen Stromumkehrungen werden durch einen Commutator bewerkstelligt, dessen Bewegung von dem Pendel selbst durch magnetische Fernwirkung veranlasst wird. Der Pendelkörper läuft zu diesem Zwecke nach unten in einen kleinen Magneten aus, der dicht über dem Commutator schwingt. Der aus Eisen gefertigte Commutator selbst besteht aus einem nach oben concaven, in der Schwingungsebene liegenden Kreisbogen, dessen zugehöriges Kreiscentrum im Aufhängungspunkte des Pendels liegt. Der in der Symmetrieebene des Apparates liegende Mittelpunkt des Commutators ruht in einem Drehzapfen, so dass der Commutator in der Schwingungsebene drehbar ist. Durch den Magneten des schwingenden Pendelkörpers wird der eiserne Bogen in eine periodische Schaukelbewegung versetzt, die zwar kaum sichtbar ist, aber genügt, um die unter den beiden Endpunkten des Bogens liegenden Contacte abwechselnd zu schliessen und dadurch die Stromwendungen zu veranlassen. Die Rückwirkung, welche das Pendel in Folge der magnetischen Anziehung erfährt, geht, da sie im Wesentlichen senkrecht zu dem Kreisbogen gerichtet ist, durch die Pendelaufhängung, also einen festen Punkt, und kann daher keinen Einfluss auf die Gesetze der Pendelbewegung ausüben. *B.*

Ueber ein neues Elektrometermodell.

Von J. Carpentier. *Compt. Rend.* **104.** *S. 1694.*

Der Haupttheil des durch besonders grosse Aperiodicität ausgezeichneten Elektrometers, die bewegliche Armatur, ist ein rechteckiger, länglicher Metallrahmen, von 1 cm Breite, dessen Längsseiten die einander diametral gegenüberliegenden Theile eines mit der Längsaxe des Rahmens coaxialen Cylindermantels bilden, wie dies schon von dem Edelmann'schen Elektrometer her bekannt ist. Der um seine Längsaxe drehbare Rahmen schwingt zwischen zwei festen, concentrischen Cylindern, von denen der eine einen grösseren, der andere einen kleineren Durchmesser hat als der Rahmen selbst. Jeder der beiden Cylinder wird durch zwei aufeinander rechtwinklige, durch die gemeinsame Axe gehende Ebenen in vier gleiche Theile getheilt. Von den auf diese Weise entstehenden acht festen Armaturen sind je zwei und zwei einander diametral gegenüber liegende leitend verbunden und von den vier andern isolirt. Der geringe Durchmesser des äusseren Cylinders ermöglicht es, das Elektrometer zwischen die Schenkel eines permanenten, sehr starken Hufeisenmagneten einzuführen, so dass der bewegliche Rahmen in einem starken magnetischen Felde schwingt, dessen Intensität ausserdem durch den inneren kleinen Cylinder erhöht wird, so dass die Schwingung eine vollkommen aperiodische wird. In dem Verticalmodell geschieht die Aufhängung des Rahmens mittels eines sehr feinen Metallfadens; im horizontalen Modell ruht der Rahmen auf Schneiden. *B.*

Ein neues Stativ von M. Wolz in Bonn.

Von C. Reinhertz. *Zeitschr. f. Vermessungsw.* **16.** *S. 568.*

In einer Studie „Ueber Stative hatte Prof. Vogler (Zeitschr. f. Vermessungsw. **15.** S. 112, vgl. auch diese Zeitschr. 1886 S. 278) ein Stativ vorgeschlagen, das durch möglichst lange Gelenkaxen der Beine sowohl eine bedeutende Standfestigkeit, als auch durch Anwendung von Kugelreihung für die Gelenkbolzen der Beine einen zirkelartigen Gang derselben gewähren, dagegen das Auftreten eines seitlichen Druckes und einer Spannung beim Anziehen der Schrauben dadurch vermeiden soll, dass die Schrauben senkrecht zur Scheibe wirken.

Diesem Vorschlage entsprechend, doch in etwas anderer Form als von Prof. Vogler vorgeschlagen, hat der Mechaniker Welz in Bonn ein Stativ construirt.

Die Kopfscheibe (23 cm Durchmesser) ist aus drei aufeinander geleimten Platten von zähem Weidenholz zusammengesetzt. An der unteren Fläche der Scheibe befinden sich paarweise und symmetrisch geordnet, sechs flache kugelförmige Ausfräsungen, welche als Lager für die Gelenkkugeln bezw. die drei Gelenkbolzen dienen. Letztere bestehen je aus einem Mittelstück, den an dessen Enden befindlichen beiden Kugeln und je zwei Hülsen, in welche die beiden Streben eines Beines eingesteckt werden; die Gelenkbolzen sind aus Rothguss in einem Stück gegossen. Die Kugeln werden durch Druckstücke mittels einer mit einem Querriegel als Handhabe versehenen kräftigen Schraube, deren Mutter in der Scheibe liegt, senkrecht zu letzterer in ihre Lager eingepresst. Die Beine sind aus Rundhölzern (2,5 cm Durchmesser) von zähem Weidenholz gearbeitet; die beiden Streben eines Beines werden unten durch den Schuh, oben durch den Gelenkbolzen verbunden und durch zwei Querriegel gespannt. Die einzelnen Theile sind genau gleich gearbeitet, so dass sie beliebig zusammengesetzt werden können; das Stativ kann daher leicht auseinander genommen und transportirt werden.

Das für die Bonner geodätische Sammlung angefertigte Exemplar hat nach Verf. in Bezug auf Standfestigkeit und guten Gang der Gelenke allen Anforderungen genügt.

W.

Objective Darstellung der wahren Gestalt einer schwingenden Saite.

Von Dr. J. Puluj. *Sitzungsber. d. K. Akadem. d. Wiss. z. Wien. II. Abth. 5. 1887. März-Heft.*

Die Wellenlinie einer schwingenden Saite stellt Verf. mittels einer von ihm construirten und vom Mechaniker F. O. R. Goetze in Leipzig ausgeführten Lampe dar. Dieselbe ist eine Vacuumröhre, in welcher ein mit phosphorescirender Substanz angestrichener Glimmerschirm mittels des Inductionsstromes eines Ruhmkorff'schen Apparates zum Leuchten gebracht wird. Die Lampe giebt ein scheinbar beständiges, in Wirklichkeit aber intermittirendes Licht von mondscheinähnlicher Farbe, welches intensiv genug ist, um einen Schirm aus Seidenpapier mit durchgehendem Lichte für Projectionszwecke genügend zu erhellen. Die Intermittenz des Lichtes erfolgt in demselben Rhythmus, wie die Schwingungen des Neef'schen Hammers des Inductionsapparates und lässt sich durch Drehen der Contactschraube innerhalb gewisser Grenzen reguliren. — Zur Erzeugung der schwingenden Bewegung bedient sich Verf. eines 3,5 m langen Seidenfadens und einer elektrischen Stimmgabel von 114 Schwingungen pro Secunde. Das eine Ende des Fadens wird nach Prof. Melde's Vorgang an eine Zinke der Stimmgabel befestigt, während das andere Ende über eine feste Rolle geschlungen und durch Gewichte gespannt wird.

Bedingung für das Gelingen des Experimentes ist, dass die Schwingungen der Stimmgabel und die des Neef'schen Hammers isochron sein müssen. Die wellenförmige Gestalt der Saite kommt aber auch dann zum Vorschein, wenn die Lichtblitze erst nach jeder zweiten, dritten oder vierten Schwingung der Theilchen, in welchen die Saite schwingt, oder bezw. der Stimmgabel erfolgen. Differirt die Schwingungszahl des Neef'schen Hammers von jener der Stimmgabel, was jederzeit durch Reguliren der Schraube bewerkstelligt werden kann, so beobachtet man ein langsames Hin- und Herschwingen der wellenförmigen Gestalt der Saite um die Gleichgewichtslage, wobei jede Schwingung der Saite von einer Schwebung des Tones begleitet ist. *W.*

Neu erschienene Bücher.

Eine neue Rechenmaschine. Von Dr. E. Selling. 51 S. mit 2 Tafeln. Berlin. Julius Springer. M. 1,20.

Die vorliegende Schrift enthält die Beschreibung einer vom Verf. erfundenen neuen Rechenmaschine, einer eigenartigen Lösung des viel umworbenen Problems, welche bei gründlicher constructiver Durcharbeitung und möglichst weit getriebener Vereinfachung den bisherigen Rechenmaschinen erfolgreiche Concurrenz machen dürfte.

Der eigentlichen Beschreibung der Maschine geht eine Einleitung voran, in welcher die bisherigen Bestrebungen zur Construction von Rechenmaschinen in kurzen Zügen, allerdings in einer Form, welche genaue Kenntniss des Gegenstandes voraussetzt, kritisch beleuchtet werden. Von den einfachsten Vorrichtungen zum mechanischen Rechnen, den in mannigfachen Formen bei vielen Culturvölkern in Gebrauch gewesenen oder noch befindlichen Rechenbrettern ausgehend, bespricht der Verfasser der Reihe nach die eigentlichen Rechenmaschinen von Pascal, Leibnitz und Thomas und die Differenzmaschinen von Scheutz Vater und Sohn, Babbage und Wiberg. Lässt man die letzteren ausser Betracht, so bestehen nach Ansicht des Verfassers die Fehler aller genannten und sonst noch vorgeschlagenen Rechenmaschinen hauptsächlich in der Ungleichmässigkeit der Widerstände, bezw. der Häufung derselben zu gewissen Bewegungsperioden und dem Mangel einer automatischen Copirung der Resultate. Kinematisch gesprochen, würde der erste Vorwurf gegen die älteren Rechenmaschinen etwa so auszudrücken sein, dass dieselben hauptsächlich auf der Anwendung von Schaltwerkmechanismen beruhen, bei denen allerdings, wenn mehrere Schaltungen zu gleicher Zeit eintreten, ein bedenkliches Anwachsen der Widerstände stattfinden kann. Verfasser will den gerügten Uebelstand in seiner Maschine dadurch beseitigen, dass er die Schaltwerkmechanismen so weit als möglich vermeidet und statt derselben Umlaufräderwerke in Anwendung bringt.

Ehe wir an die Beschreibung der Maschine gehen, möge vorausgeschickt werden, dass die von dem Verfasser gegebene Darstellung wenig klar und durchsichtig abgefasst ist, dass aber die dazu gehörigen Zeichnungen noch weniger verständlich sind, da bei Herstellung derselben die sehr klaren Methoden des technischen Zeichnens kaum Anwendung gefunden haben. Soweit unter Berücksichtigung dieses Umstandes eine Analyse der Maschine möglich ist, besteht dieselbe aus zwei Theilen, von welchen der eine das Additionswerk, der andere das Multiplicationswerk genannt werden kann. Beide Theile sind in ihren Einzelheiten als gesonderte Mechanismen bekannt, erscheinen aber hier im Constructionsprincipe sowohl, wie auch in der Combination zum Gesammtmechanismus nicht nur neu, sondern bieten auch nicht zu unterschätzende Vortheile.

Das Additionswerk besteht aus einer Reihe auf ein und derselben Welle sitzender rückkehrender Umlaufräderwerke mit doppeltem Antrieb, zwischen welchen von links nach rechts folgend das Uebersetzungsverhältniss von 1 : 10 hergestellt ist, d. h. also sogenannte Zehnerübertragung stattfindet. Der Steg eines jeden Umlaufräderwerkes ist scheibenförmig gestaltet und mit dem ersten Centralrad des nächst folgenden Räderwerkes fest verbunden. Auf dem Umfange der scheibenförmigen Stege (Stegräder) sind die Ziffern angebracht. Wird irgend ein Stegrad um eine Theilung (welche einer Ziffer entspricht) bewegt, so muss das links folgende sich um eine Zehntel-Theilung bewegen, dagegen das rechts folgende um 10 Theilungen. Hieraus geht nun ohne Weiteres hervor, dass der Gebrauch des Ganzen als Additionswerk für irgend welche beliebige Ziffern sich sehr einfach gestaltet; es muss jedoch hervorgehoben werden, dass das Resultat nach Beendigung der erforderlichen Bewegung nicht in einer geraden Linie steht. Dieses ist aber durchaus kein Nachtheil, denn wie man sich bei der Betrachtung der Uhr (dies Beispiel bringt Verfasser) ja auch daran gewöhnt hat, wenn z. B. der Stundenzeiger etwas über 9 hinaus, der Minutenzeiger vielleicht auf 18 steht, das Resultat ganz richtig mit $9^h\ 18^m$ zu bezeichnen, so wird man sich auch bald daran gewöhnen, eine Ziffernfolge, bei welcher die einzelnen Ziffern verschieden hoch stehen, richtig zu lesen.

Das Multiplicationswerk beruht auf der Anwendung der sogenannten Nürnberger Scheere, bekanntlich einer Combination von Storchschnäbeln, und zwar sind zwei derartige Mechanismen zu einer eigenartigen Parallelführung vereinigt. Bezeichnet man die Kreuzungspunkte einer Nürnberger Scheere der Reihe nach mit 0, 1, 2, 3, . . . u. s. w., und hält man den Nullpunkt fest, so wird, wenn der Punkt 1 um eine Strecke w verschoben wird, jeder folgende Punkt um ein Vielfaches von w verschoben, also der Reihe nach um $2w$, $3w$, $4w$ u. s. w. Man kann also auf diese Weise sehr einfach die sogenannten Theil-

producte einer Multiplication bilden. Zwei Nürnberger Scheeren liegen neben einander, so zwar, dass ihre festgehaltenen Nullpunkte in einer geraden Linie liegen, welche parallel der Axe des vorhin erwähnten Additionswerkes ist. Die einander entsprechenden Kreuzungspunkte der beiden Scheeren sind durch Schienen mit einander verbunden, welche letztere genau dieselben Wege zurücklegen wie die Kreuzungspunkte selbst. Führt man also die Schiene, welche die Kreuzungspunkte 1 und 1 verbindet, parallel, was durch eine Prismenführung bewerkstelligt ist, so werden auch alle folgenden Schienen parallel geführt, wobei dann die von ihnen zurückgelegten Wege der Reihe nach sind $2w$, $3w$, $4w$ u. s. w.

Die parallel geführten Schienen können in beliebiger Combination der Reihe nach mittels Zahnstangen mit den auch aussen verzahnten Stegrädern des Additionswerkes in Verbindung gesetzt werden, so dass auf die letzteren die Wege, welche die Zahnstangen, bezw. die Schienen durchlaufen, übertragen werden. Die Zahnstangen werden mit den Parallelschienen der Nürnberger Scheere in der Weise verbunden, wie der Multiplicand es angieht. Damit hierbei kein Fehler entstehen kann, ist hierzu ein besonderer Apparat angegeben, dessen Handlichkeit nach der gegebenen Zeichnung allerdings etwas fraglich erscheint. — Behufs Ausführung der Multiplication wird nunmehr die Nürnberger Scheere entsprechend der Einerzahl des Multiplicators verschoben, wobei eine Eintheilung unterhalb der Scheere als Anhalt dient. Ist die Bewegung vollendet, wobei also auch das Additionswerk in eine neue Lage gebracht ist, so werden sämmtliche Zahnstangen aus den Stegrädern ausgerückt; nunmehr wird das gesammte Multiplicationswerk um eine Stelle nach links verschoben, worauf die gleiche Operation für die Zehnerzahl des Multiplicators ausgeführt wird u. s. w.

Aus dem Vorstehenden dürfte das Princip der Maschine einigermaassen klar hervorgehen. Es muss noch hinzugefügt werden, dass die Einrichtung derselben eine mechanische Copirung der Resultate gestattet, wie auch, dass sie mit geistreich erdachten Controlvorrichtungen versehen ist. Leider ist das ganze Werk in constructiver Hinsicht wenig durchgebildet. Verfasser hat zwar in der besten Absicht die Fehlerquellen möglichst zu beseitigen gesucht, jedoch, namentlich z. B. bei den Nürnberger Scheeren, zu nicht glücklichen Mitteln seine Zuflucht genommen. Im Allgemeinen kann man nämlich sagen, dass die Fehlerquellen in kinematischer Hinsicht sich vergrössern mit der Anzahl der zur Verwendung kommenden Elementenpaare; es würde demnach zweckmässig sein, die Nürnberger Scheeren in ihrer einfachsten Gestalt zu verwenden, und auf die etwa zu besorgende Abnutzung durch geeignete Wahl der Zapfendimensionen u. s. w. Rücksicht zunehmen. Auch dürfte es zweckmässig erscheinen, die Parallelführung der Verbindungsschienen der Scheeren durch einen besonderen Mechanismus zu sichern.

Wenn es Verfasser gelingt, die angedeuteten Mängel zu beseitigen, so wird seine Maschine wahrscheinlich die Rechenmaschine der Zukunft werden und daher einen hervorragenden Platz unter denjenigen Hilfsmitteln einnehmen, welche die Menschheit von der Eintönigkeit einer ermüdenden mechanischen Sclavenarbeit befreien. *Hartmann.*

Chemiker-Kalender 1888. Herausgegeben von Dr. R. Biedermann. Neunter Jahrgang. Mit einer (Tabellen enthaltenden) Beilage. Berlin. Julius Springer. M. 3,00.

Der vorliegende neunte Jahrgang des Chemiker-Kalenders zeigt wieder mannigfache Erweiterungen und Verbesserungen auf. Unter Anderem sind in die Beilage, deren zahlreiche physikalische Tabellen auch für Nicht-Chemiker von Interesse sind, Tabellen über die Gewichte von Metallblechen, Quadrat- und Rundeisen, sowie von Metallröhren aufgenommen. *W.*

H. Ebert, Anleitung zum Glasblasen. Leipzig. J. A. Barth. M. 2,00.

A. Baumann, Fehlergrenzen der aichpflichtigen Gegenstände. Berlin. M. 1,00.

W. E. Fein, Elektrische Apparate, Maschinen und Einrichtungen. Stuttgart. J. Hoffmann. M. 8,00.

H. Hellmann, Die Quecksilberluftpumpe in ihren wichtigsten Formen. Riga. Kymmel. M. 1,00.

E. Schering, C. Fr. Gauss und die Erforschung des Erdmagnetismus. Göttingen. Dieterich. M. 4,00.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 18. October 1887. Vorsitzender: Herr Haensch.

Herr Regierungsrath Dr. Loewenherz gab an der Hand einiger zum Theil von Herrn A. Baumann angefertigten Zeichnungen eine eingehende Erklärung des Siemens'schen Spiritusmessapparates, welchen Herr Oberingenieur Frischen bereits im Jahre 1878 der Gesellschaft vorgeführt hatte. Es wurden besonders diejenigen Einrichtungen hervorgehoben, welche auch für andere Instrumente verwerthbar sein können und auf welche der Vortragende schon im Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung S. 205 hingewiesen hat.

Herr Haensch berichtet sodann über die Wiesbadener Ausstellung; er betont den guten Eindruck, welchen dieselbe gemacht habe, sowie dass die Stimmung in Mechanikerkreisen Ausstellungen dieser Art immer günstiger zu werden beginne; betreffs der in naher Aussicht stehenden Ausstellungen in Köln, Melbourne, Glasgow, Brüssel und Kopenhagen sei unter den in Wiesbaden versammelt gewesenen Mechanikern die Meinung vertreten gewesen, dass eine allgemeine Besprechung und gemeinschaftliches Vorgehen der deutschen Mechaniker im gewerblichen Interesse der mechanischen Kunst liege.

Herr Regierungsrath Dr. Loewenherz macht ferner noch einige Mittheilungen über den Bezug des denaturirten Spiritus, dessen Gebrauch nunmehr ohne alle weitere Förmlichkeit für Jedermann freigegeben ist.

Den Beschluss des Abends bildet die Wahl einer Commission zur Vorbereitung des Stiftungsfestes.

Sitzung vom 8. November 1887. Vorsitzender: Herr Fuess.

Die Gesellschaft beschliesst, für eine möglichst vollständige Betheiligung der Deutschen Mechanik und Optik an der im nächsten Jahre in Brüssel stattfindenden internationalen Ausstellung einzutreten und wird demnächst die Mechaniker und Optiker Deutschlands durch Circulare zur Theilnahme auffordern. Der Schriftführer *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Federzirkel mit Schnellstellung. Von W. Junge in Brenscheid bei Breckerfeld, Kreis Hagen. No. 39456 vom 25. November 1886.

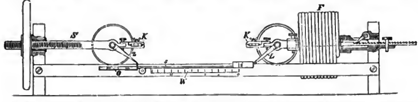


Der Federzirkel besitzt die verschiebbare Klemmschraubenhülse *a*, auf welcher eine Klemmschraubenmutter *b* und eine Schraubenmutter *c* zur Feineinstellung angebracht sind.

Zugfestigkeitsprüfer. Von A. Wendler in Berlin. No. 39189 vom 6. October 1886.

Um gleichzeitig Zugkraft und Dehnung, besonders bei Papieruntersuchungen, ablesen zu können, ist folgende Anordnung getroffen. Das Prüfstück wird mittels der Klemme *K* (siehe die Figur a. f. S.) zwischen der die Zugkraft messenden Feder *F* und Anspannvorrichtung *S* eingespannt. Mit der Feder *F* ist ein Arm *L* verbunden, der bei der Ausdehnung der ersteren den mit einer Scale *o* und mit einem Index *i* versehenen Stab *s* verschiebt. Zur Scale *o*

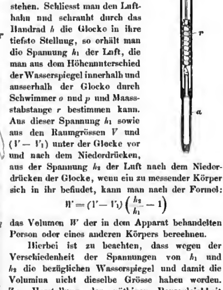
gehört der mit der Anspannvorrichtung fest verbundene Zeiger z. Es ist also die Grösse der Verschiebung des Stabes s, welche durch die am Gestell angebrachte Scale W bestimmt wird,



ein Maass für die angewendete Zugkraft und die Relativbewegung zwischen Anspannvorrichtung (bezw. Zeiger z) und Scale o ein Maass für die Dehnung.

Stählernes Flüssigkeits-Thermometer. Von Fa. Steinle & Hartung in Quedlinburg. No. 39578 vom 23. November 1886.

Bei diesem Thermometer ist an dem der Wärmequelle ausgesetzten Flüssigkeitsbehälter a eine unten hohlcylindrisch gebildete, oben schraubenförmig gewundene Röhrenfeder r befestigt, welche an ihrem oberen Ende zur Uebertragung der durch die Expansion der Flüssigkeit bewirkten Drehbewegungen der Feder auf ein Zeigerwerk den mit dem geschlitzten Mitnehmer m versehenen Drath d trägt.



Volumenmesser für lebende Wesen. Von U. R. März in Berlin. No. 39385 vom 18. September 1886.

In dem Zwischenraum der beiden Cylinder a und d (Fig. 2) befindet sich Wasser. Beim Senken der Glocke e in dasselbe wird der Lufthahn n auf der Glockendecke e' offen gehalten und das Wasser innerhalb und ausserhalb der Glocke wird gleich hoch stehen. Schliesst man den Lufthahn und schraubt durch das Handrad h die Glocke in ihre tiefste Stellung, so erhält man die Spannung h_1 der Luft, die man aus dem Höhenunterschied der Wasserspiegel innerhalb und ausserhalb der Glocke durch Schwimmer o und p und Maassstabstange r bestimmen kann. Aus dieser Spannung h_1 sowie aus den Raumgrössen V und $(V - V_1)$ unter der Glocke vor und nach dem Niederdrücken, aus der Spannung h_2 der Luft nach dem Niederdrücken der Glocke, wenn ein zu messender Körper sich in ihr befindet, kann man nach der Formel:

$$W = (V - V_1)\left(\frac{h_2}{h_1} - 1\right)$$

das Volumen W der in dem Apparat behandelten Person oder eines anderen Körpers berechnen.

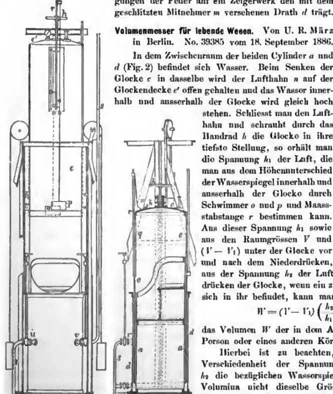


Fig. 1. Fig. 2.

Hierbei ist zu beachten, dass wegen der Verschiedenheit der Spannungen von h_1 und h_2 die bezüglichen Wasserspiegel und damit die Volumina nicht dieselbe Grösse haben werden. Zur Herstellung der nöthigen Raumgleichheit unter der Glocke dient eine Wasserleitung, mit welcher man durch die Rohre s und t und die Hähne u und v bei besetztem Apparat nach der

Zusammenpressung der eingeschlossenen Luft Wasser so lange in den Wasserraum nachlaufen lässt, bis der innere Wasserspiegel diejenige Höhe erreicht hat, welche er bei unbesetztem Apparat bei der Spannung h_1 einnimmt.

Neuerungen an Messapparaten für elektrische Ströme. Von F. Borel in Cortaillod und E. Paccaud in Lausanne, Schweiz. No. 39636 vom 31. Juli 1886.

Diese Neuerungen beziehen sich auf solche Apparate, bei denen die Messung durch die Einwirkung des elektrischen Stromes auf einen beweglichen Bestandtheil des Stromkreises geschieht und haben den Zweck, die Geschwindigkeit des in das Quecksilber eintauchenden beweglichen Theiles des Stromkreises der Intensität des zu messenden Stromes proportional zu erhalten.

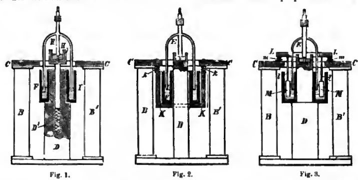


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Es geschieht dies dadurch, dass die Eintauchtiefe entsprechend den Aenderungen in der Stromintensität verändert wird, indem entweder das die Gabel E tragende Lager H entgegen der Wirkung einer Feder D' durch die magnetische Anziehung des Eisencylinders D gesenkt wird (Fig. 1) oder der an Federn k aufgehängte Metallring K mit dem Quecksilbergefäss F durch die Anziehung der Traverse C der Elektromagnete BB' gehoben wird (Fig. 2), oder schliesslich durch Anziehen der auf Federn m ruhenden Platte L und Einsenken der an Stangen l befestigten Massen M in das Quecksilber und dadurch bedingtes Steigen des Quecksilberniveaus. (Fig. 3.)

Für die Werkstatt.

Metallgravirungen mittels Elektricität. Illustr. Zeitung für Blechindustrie. **16.** S. 745.

Die zu gravirende Kupferplatte wird mit Wachs überzogen, in diesen Ueberzug die Zeichnung so gearbeitet, dass die Linien metallisch rein sind und alsdann die Platte mit dem positiven Pol einer Stromquelle verbunden und in ein Bad von Kupfervitriol gehängt, während eine zweite Platte mit dem negativen Pol verbunden ihr gegenüber gestellt wird. Dabei wird durch die Stromwirkung das Metall aus den Linien der Zeichnung fortgeführt und auf der negativen Platte niedergeschlagen. Haben die Linien der Zeichnung genügende Tiefe erlangt, so wird die Platte herausgenommen, das in den Linien haftende Kupfervitriol mit etwas verdünnter Salzsäure entfernt, die Platte mit Wasser gut gewaschen und sodann in ein Nickel- oder Silberbad als negativer Pol eingehängt, während als positiver Pol eine Nickel- beziehungsweise Silberplatte benutzt wird. Dadurch werden die Linien der Zeichnung mit dem betreffenden Metall der Lösung ausgefüllt und man erhält so eine eingelegte Metallplatte, welche auch die feinsten Linien enthält.

Das Verfahren hat seinen Hauptwerth für die decorative Metallindustrie, doch dürfte es auch für den Mechaniker oft verwendbar sein, besonders da wo es sich um dauerhafte Bezeichnung von Gegenständen handelt, welche — wie z. B. feinste Normalgewichte — eine glatte Oberfläche haben sollen. Auch die Herstellung von Silbereinlagen für Maassstäbe ersten Ranges auf galvanischem Wege dürfte viele Vorzüge vor dem üblichen Einhämmern des Silbers haben, da die hierbei auftretenden Spannungen dort in Fortfall kommen. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VII. Jahrgang. **December 1887.** Zwölftes Heft.

Das Gesichtsfeld des Galilei'schen Fernrohres.

Von

Dr. **S. Czapski** in Jena.

Es mag kaum glaublich erscheinen, dass bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Optik eines der einfachsten optischen Instrumente, ja das älteste zusammengesetzte überhaupt, welches noch dazu in unzähligen Exemplaren verbreitet und in Aller Händen ist: das Galilei'sche Fernrohr (Perspectiv, Opernglas) in einem wesentlichen Punkte seiner Wirkungsweise allgemein missverstanden ist. Aber in der That ist Verf. in allen ihm zu Gesicht gekommenen Lehrbüchern der Physik und speciell der Optik einer offenbar irrthümlichen Auffassung über den gesammten Strahlengang und damit über das Gesichtsfeld des Galilei'schen Fernrohr begegnet. Nur in einer kleinen, anscheinend unbeachtet gebliebenen Abhandlung von N. Lubimoff „Neue Theorie des Gesichtsfeldes und der Vergrösserung der optischen Instrumente" vom Jahre 1872 hat Verf. die richtige Erklärung angetroffen, nachdem ihm dieselbe schon vorher durch Herrn Prof. Abbe mitgetheilt war, aus dessen Theorie der Strahlenbegrenzung in optischen Instrumenten sie sich unmittelbar ergiebt.

Lubimoff ist auch „nicht wenig erstaunt", als er „die Frage von dem Gesichtsfelde des Galilei'schen Fernrohres überlegte und fand, dass die allgemein anerkannte Theorie dieses Apparates in Bezug auf den genannten Punkt nichts anderes als ein grober Fehler ist, welcher aus einem Lehrbuche in das andere übergegangen ist, ohne eine aufmerksame Kritik auf sich zu ziehen. Es wird angenommen, dass das Gesichtsfeld des Galilei'sche Fernrohres von der Grösse der Pupille des beobachtenden Auges abhänge und durch den Winkel gemessen werde, unter dem die Pupillenöffnung erscheinen würde, wenn man dieselbe vom Mittelpunkte des Objectivs aus betrachtete. Und doch kann man sich durch eine ganz flüchtige Beobachtung überzeugen, dass das auf diese Weise bestimmte Gesichtsfeld mehrere Mal, etwa 5 bis 6 Mal kleiner ist, als das wirkliche. Auch wird man sich mit leichter Mühe überzeugen, dass die Augenbewegungen, durch welche man bisweilen das offenbar viel zu kleine Resultat der Theorie berichtigen zu können glaubt, durchaus nicht die Bedeutung haben, die ihnen zugeschrieben wird".[1])

Lubimoff citirt darauf, um an die allgemein angenommene Lehre zu erinnern, die bezüglichen Abschnitte aus den Lehrbüchern von Wüllner, Müller-Pouillet, Hessler-Pisco, Reis, Prechtl, Dagnin, Potter und führt die Entstehung des Fehlers auf Euler zurück. In der Darstellung der Sache selbst will ich Lubimoff nicht weiter folgen, sondern mich der durch Abbe eingeführten Begriffe und Bezeichnungen bedienen.

[1]) A. a. O. S. 1.

Ich habe auf die Bedeutung der Strahlenbegrenzung für die Theorie der optischen Instrumente in dieser Zeitschrift schon mehrmals hingewiesen.[1]) Der gemeinsame Querschnitt der einfallenden, im Bilde wirklich zur Geltung kommenden Strahlenbüschel, heisst die „Eintrittspupille"; der den austretenden, bildformirenden Strahlen gemeinsame Querschnitt die „Austrittspupille" des Systems. Beide können real (durch physische Diaphragmen gebildet) oder reelle oder virtuelle Bilder solcher Diaphragmen sein. Immer aber ist die eine Pupille der Grösse und Lage nach das von dem ganzen System entworfene Bild der anderen, so dass nur eine von beiden wirklich maassgebend sein kann und unter Umständen die andere und alle sonstigen Begrenzungen illusorisch macht. Wo im gegebenen Falle die wirksame Eintritts- und Austrittspupille liegt, lässt sich nur auf Grund einer speciellen Strahlenverfolgung, unter Berücksichtigung aller Constructionselemente des optischen Systems entscheiden. Es müssen also nicht nur die Brennweiten und Abstände der einzelnen Linsen, sondern auch ihre Grösse, die Stellung des Auges und alle Diaphragmen mit in Rechnuug gezogen werden.

Man ist aber bei der Theorie des Galilei'schen Fernrohres stets von der unbewiesenen und in der That unzutreffenden Voraussetzung ausgegangen, dass die Verhältnisse bei ihm die gleichen, wie bei dem astronomischen Fernrohre seien; dass in der Mitte des Objectivs alle einfallenden Strahlenbüschel sich kreuzten, in dem durch das Ocular entworfenen, hier virtuellen Bilde der Objectivöffnung alle austretenden Büschel ihren gemeinsamen Querschnitt hätten. Man hat nur diese Strahlenbüschel als vorhanden angenommen und dann gefragt, welche und wie viel von ihnen in die Pupille des Auges gelangen könnten.

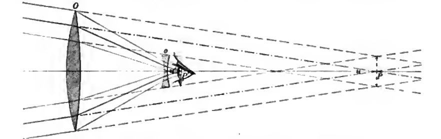
Stellt man sich aber unbefangen die Aufgabe, das Gesichtsfeld das Galilei-schen Fernrohres oder irgend eines anderen optischen Instrumentes theoretisch zu bestimmen, so kann dies doch keinen anderen Sinn haben, als: zu bestimmen, in welchem Bereiche irgend welche vom Object ausgehende Strahlenbüschel bei den gegebenen Constructionsverhältnissen des Instrumentes und gegebener Lage und Grösse der Augenpupille in letztere gelangen können, und da die Beziehung zwischen Object und Bild eine reciproke und eindeutige ist, so ist es das natürlichste, bei dieser Untersuchung von der Bildseite, d. h. von dem Auge auszugehen. Dessen Pupille ist als Begrenzung der bildformirenden Strahlenbüschel d. h. als Austrittspupille des Systems zunächst gegeben, und hier wie in jedem anderen Falle hat man zu untersuchen, ob diese natürlichste Austrittspupille etwa durch andere in dem System gegebene unwirksam gemacht wird, anderenfalls sie als solche beizubehalten ist.

Eine specielle Betrachtung der gewöhnlichen Perspectiveonstructionen zeigt nun, dass das Auge in der That selbst die Austrittspupille des Systems liefert. Eine Verfolgung der im Auge sich kreuzenden Büschel rückwärts durch das System hindurch, — sei es auf graphischem Wege, sei es durch Rechnung — führt auf den Ort der Eintrittspupille, in welcher sich alle die vom Object ausgehenden Büschel, welche schliesslich zum Bilde beitragen, durchkreuzen.

Folgende Figur stellt die bezüglichen Verhältnisse in einem Perspective von vierfacher Vergrösserung dar. Man sieht, wie verschieden der Strahlengang von dem des astronomischen Fernrohres ist. Die Eintrittspupille P ist das vom ganzen System entworfene (virtuelle) Bild der Augen- und Austrittspupille P'. P liegt stets hinter dem Auge in ziemlicher Entfernung von demselben (in der Figur des Raum-

[1]) S. diese Zeitschrift 1885 S. 347 und 368; 1886 S. 139.

mangels wegen dem Objective um die Hälfte näher gerückt). Das angulare Gesichtsfeld im Objectraum, tg u, ist wie leicht ersichtlich gleich dem Durchmesser des Objectivs dividirt durch die Entfernung der Eintrittspupille von demselben, d. h. gleich dem Sehwinkel, unter welchem die Objectivöffnung von der Eintrittspupille aus erscheint. Das angulare Sehfeld des Bildes u' wird gemessen durch den Winkel, unter welchem das Objectiv O beim Gebrauch des Instrumentes, durch das Ocular o hindurch, gesehen erscheint. Man sieht gleichsam das Bild durch ein davorgehaltenes Diaphragma hindurch. Dieses Diaphragma ist das vom Ocular entworfene (virtuelle) Bild der Objectivöffnung, welches man deutlich sehen kann, wenn man aus der Entfernung der deutlichen Sehweite nach dem Ocular hinblickt. Die Helligkeit des Bildes nimmt von einer gewissen Grenze an stetig bis auf Null ab. In der Figur sind die äussersten Strahlenbüschel angegeben, welche unter den obwaltenden Umständen noch voll durch das System gelangen. Von Büscheln, welche unter noch grösseren Neigungswinkeln gegen die Axe nach P hinzielen, nimmt das Objectiv



und demzufolge auch das Auge nur noch einen entsprechenden Bruchtheil auf. In der That ist das Gesichtsfeld des Galilei'schen Fernrohres im Gegensatz zu dem des astronomischen nie scharf begrenzt. Das Diaphragma, durch welches hindurch man das Bild erblickt, liegt eben weit ausserhalb desselben und der deutlichen Sehweite. Oben ist das Gesichtsfeld bis zu den Büscheln gerechnet, von denen noch wenigstens eine Hälfte in das Objectiv bezw. Auge gelangt.

Die gleichmässige Helligkeit ist, abgesehen von den Reflexionsverlusten gleich der des Sehens mit blossem Auge; denn aus den dioptrischen Fundamentalformeln für teleskopische Systeme folgt, dass der Querschnitt der einfallenden Büschel zu dem der austretenden, und das ist der Augenpupille, stets in demselben Verhältniss steht wie das Bild selbst zu dem Objecte seiner linearen oder angularen Grösse nach. In demselben Verhältnisse steht auch die Grösse der Eintrittspupille zu der des Auges. Die Objectivöffnung ist auf die Helligkeit der Bildmitte ebenso wenig von Einfluss als die Vergrösserungsziffer.

Alle diese Verhältnisse haben Geltung für das Galilei'sche Perspectiv, so wie es thatsächlich beschaffen ist, im Speciellen, so lange der Durchmesser des Objectivs den der Augenpupille um mehr als die Vergrösserungsziffer übertrifft. Wo dieses nicht der Fall ist, z. B. beim Chevalier'schen Mikroskop, kehrt sich auch das ganze Verhältniss zwischen Pupille, Objectiv und Sehfeld um. Letzteres ist dann so zu bestimmen, wie es gegenwärtig fälschlich in den Lehrbüchern vom Perspectiv angegeben wird.

Ich komme vielleicht später noch einmal auf gewisse Verhältnisse des Perspectivs zurück.

Ueber den Bau und Gebrauch wissenschaftlicher Wagen.

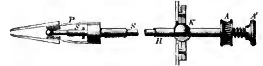
Von
Dr. G. Schwirkus in Berlin.

(Fortsetzung.)

III. Hilfsapparate und -Instrumente.

1. Die Pincette. Dieses zum Anfassen der kleineren Gewichtstücke und Wägungsobjecte dienende Instrument sollte niemals Metallspitzen haben; es hinterlässt sonst auf der Oberfläche der Gewichte leicht Risse und sonstige Spuren, welche von Substanzverlusten begleitet sein können. Am Besten sind Elfenbeinspitzen; der gleich weiche Hartgummi wird leichter elektrisch, welche Eigenschaft bei der Handhabung kleinster Gewichte oft störend ist. Die Verbindung der beiden die Wangen der Pincette bildenden federnden Metallstreifen sollte eine recht feste sein, damit die Spitzen immer gut auf einander passen; empfehlenswerth ist das Auflöthen der Wangen auf ein längeres Klötzchen, weil ein solches die Pincette zugleich hinten etwas beschwert, also den Gebrauch erleichtert. Besonders bei langen Pincetten, wie sie von Beobachtern mit ruhiger Hand aus naheliegenden Gründen vorgezogen werden, sind die Spitzen schwer auf einander passend zu erhalten. Man kann dann mit Vortheil eine directe gegenseitige Führung der Spitzen dadurch herstellen, dass man senkrecht auf der einen Wange in der Nähe der Spitzen einen Stift befestigt, welcher durch ein gut passendes Loch in der andern hindurchreicht und schädliche Verbiegungen der Wangen verhindert. Zweckmässig zum Gebrauche für Grammgewichte sind ferner Pincetten mit Aussparungen in den Innenflächen der Elfenbeinbekleidung, mit welchen die Köpfe der kleinen, ihrer Form wegen nicht zwischen die Spitzen passenden Gewichte gefasst werden können.

Eine zweckmässige Einrichtung zur Handhabung der kleinen Blattgewichte ohne Oeffnen des Kastens hat Arzberger angegeben (s. Figur). Vor die durchbohrte Seitenwand des Wagekastens wird eine Messingplatte mit einem gleichfalls durchbohrten Kugelgelenk K geschraubt. Durch K geht eine Hülse H, an



deren eine, innerhalb des Kastens befindliche Seite die beiden gegen einander federnden Wangen einer Pincette P geschraubt sind, während die andere Seite einen Knopf A zum Anfassen trägt. Man erhält hierdurch eine Pincette, welche innerhalb des Kastens so weit vorgeschoben und seitwärts geführt werden kann, als es die Länge der Hülse und das Spiel des Kugelgelenkes gestattet. Zur Oeffnung der Pincette dient ein durch die Hülse H reichender Stift S, welcher an seinem ausserhalb des Kastens befindlichen Ende in einen Knopf A' endigt und durch eine Feder nach aussen gedrückt wird, an seinem innerhalb belegenen Ende dagegen eine kleine Kugel trägt, welche zwischen zwei mit den Wangen der Pincette verbundenen schiefen Ebenen spielt. Wenn man, während man die Hülse H zwischen den Fingern hält, mit einem freien Finger auf den Knopf A' drückt, schliesst sich die Pincette; lässt man A' los, so öffnet sie sich. Eine kleine Abweichung dieser Einrichtung von der ursprünglichen des Erfinders besteht darin, dass letztere die umgekehrte Lage der schiefen Ebenen hatte als in der Figur, wovon die Folge war, dass beim Druck auf A' die Pincette sich öffnete und beim Loslassen schloss. Sie gehorchte

daher dem Willen umgekehrt wie die gewöhnliche Pincette, eine kleine Unbequemlichkeit, an die man sich zwar mit der Zeit gewöhnen kann, die aber im Anfange immerhin stört und die obige Anordnung vorziehen lässt.

2. Gabeln, Zangen und Klauen für grössere Gewichte. Die für Gewichte von etwa 500 g bis 5 kg üblichen Gabeln aus (Buchsbaum-) Holz sollten nicht bloss wie gewöhnlich auf der den Kopf des Gewichtes tragenden Seite, sondern auch auf der Rückseite mit Kork, Leder oder dergl. bekleidet sein. Mit dieser Rückseite werden die Gewichte beim Anfassen unvermeidlich gestreift; es reibt sich daher dort bald die die Politur bildende Schellackschicht ab, setzt sich in der blossgelegten filzigen Holzfläche in kleinen Splittern fest und zerkratzt allmälig die Gewichte. Bessere Dienste leisten überhaupt Gabeln von Hartgummi. Gabeln von Metall und die Zangen für rein cylindrische Gewichte müssen an jeder Stelle, die mit dem Gewicht in Berührung kommen kann, mit gut gereinigtem Leder bekleidet sein. Ueber die mit Handgriff versehenen (messingenen) Klauen zur Handhabung der grösseren Gewichte wäre nur zu sagen, dass sie der Schwere letzterer entsprechend stark und fest zu bekleiden sind. Das verwendete (sämische) Leder ist bei Allen von Zeit zu Zeit zu erneuern.

3. Optische Hilfsmittel zur Ablesung[1]) und Beleuchtung. Sehr nützlich ist bei Wagen mit gewöhnlicher Scalenablesung eine in oder vor dem Kasten befestigte Beobachtungslinse. Wenn man sich daran gewöhnt, den Kopf so zu halten, dass immer dasselbe Scalenintervall im Gesichtsfelde erscheint, erreicht man den doppelten Vortheil, ohne Parallaxe abzulesen und den Kopf in immer derselben grösseren Entfernung von der Wage zu haben. Rathsam ist auch die Anbringung eines Hohlspiegels in Kugelgelenk zur Beleuchtung, da, je stärker dieselbe, um so ruhiger und weniger ermüdend die Beobachtung ist. Soll letztere aus $^1/_2$ m oder mehr Entfernung geschehen, so leistet ein kleines Fernrohr gute Dienste und zwar ein Galilei-sches, weil es nicht umgekehrte Bilder giebt. Bei künstlicher Beleuchtung müssen der Balken sowie mindestens das Quecksilbergefäss des in der Wage etwa aufgehängten Thermometers im Schatten gehalten werden und die übrigen Theile der Wage entweder ihrer Symmetrie entsprechend gleiches Licht empfangen oder besser durch Einschaltung athermaner Schichten möglichst vor Wärmeeinwirkung geschützt werden. Bei feinsten Wägungen bietet eine fest aufgestellte Einrichtung zur künstlichen Beleuchtung Vorzüge vor dem wechselnden und daher in seinen Veränderungen schwerer unschädlich zu haltenden Tageslicht; allerdings bedarf sie besonderer Vorkehrungen zu möglichster Sicherung der Wage vor Strahlung. Die hier hauptsächlich in Betracht kommenden Vacuumwagen bedürfen zur Ermöglichung gelegentlicher Controle des richtigen Functionirens der Mechanismen nur eines schwachen Lichtschimmers, zur Beleuchtung des Thermometers im Behälter allerdings stärkeren Lichtes, das aber aus Vorigem mittels einer besonderen Sammellinse leicht gewonnen werden kann. Zur Beleuchtung der Scale der bei diesen Wagen üblichen Spiegelscalenablesung verwendet die hiesige Normal-Aichungs-Commission auf meinen Vorschlag Flachbrenner[2]) in doppelwandigen Kästen, in welchen letzteren Wasser circulirt.

[1]) Mit Ausnahme der Spiegelscalenablesung, welcher wir ein besonderes Capitel widmen. — [2]) Von Fr. Siemens & Co. in Dresden nach seinem bekannten Regenerativsystem für die Commission besonders construirt und für diese und ähnliche Zwecke zu empfehlen. Flache Flammen eignen sich besser als runde, weil sie von der ihr Licht fortleitenden Linse besser abgebildet werden; Rundbrenner sind wegen ihrer nicht zur Ausnutzung kommenden Ausdehnung in die Tiefe nicht nur unökonomischer, sondern in Folge der Hitze des unbenutzbaren Theiles der Flamme auch schädlicher. Eine nähere Beschreibung der Einrichtung würde hier zu weit führen, wird jedoch vorbehalten.



Die zur Sammlung des Lichtes auf der Scale dienende grosse Linse bildet den vorderen Abschluss eines vor der Flamme in ein entsprechendes Loch des Kastens geschobenen Rohrstückes; letzteres ist hinten mit einer Spiegelglasplatte verschlossen und der Zwischenraum mit Alaunlösung gefüllt, welche bekanntlich nur etwa 9% der Flammenwärme durchlässt. Das im Kasten circulirende Wasser, das auch die Cylinderwand dieses Rohrstückes kühlt, leitet zur Genüge die dort zurückgehaltene Wärme ab. Um den aus der Linse dringenden Lichtkegel ganz auf der Scale zu sammeln, ist ein Planspiegel, bestehend aus fünf neben einander befindlichen, aber für sich drehbaren Streifen, eingeschaltet. Wird jeder Streifen für sich so gerichtet, dass er das empfangene Licht auf die Scale wirft, so wirkt das Ganze wie ein Cylinderspiegel, mit dem Vortheil, dass die Brennweite verstellbar ist. Aehnliche Spiegel werden für die anderen, namentlich entferntere Objecte, welche das Linsenlicht zu stark verstreut empfangen würden, verwendet, nämlich in Gestalt von Polygonen, deren nach den Diagonalen geschnittene Streifen (natürlich mit dem nöthigen Abstand) für sich allseitig drehbar sind und welche daher wie grosse Hohlspiegel mit veränderlicher Brennweite wirken. Eigentliche Cylinder- und Hohlspiegel gleicher Grösse wären viel theurer und dabei von geringerer Verwendbarkeit. Zur Beleuchtung des Barometers und sonstiger nur in grösseren Zwischenräumen zu beobachtenden Hilfsinstrumente, nöthigenfalls auch des Thermometers, in dunklen Räumen kann man übrigens ohne merkliche Nachtheile auch eine entfernt aufgestellte Kerze mit athermanem Schirm anwenden, die man nur für den Augenblick der Beobachtung entzündet.

4. Apparate zur Bestimmung des Luftgewichtes. Zur Reduction des Wägungsergebnisses auf den leeren Raum bedarf man bekanntlich der Kenntniss des Gewichtes der Volumeneinheit Luft, in welcher sich die gewogenen Körper zur Zeit der Wägung befinden. Hierzu ist zunächst der entsprechend reducirte Barometerstand, die Temperatur und der Feuchtigkeitsgehalt der Luft zu bestimmen. Der Einfluss der weiteren Bestandtheile (Kohlensäure u. s. w.) reiner Luft wird in Betracht der sonstigen Unsicherheiten der Luftgewichtsbestimmung meist vernachlässigt oder als constant angenommen, doch ist dies kaum mehr zulässig, da die Vernachlässigung einen Fehler von $^1/_{5000}$, die Nichtberücksichtigung der Schwankungen einen mittleren Fehler von etwa $^1/_{25000}$ des Luftgewichtes bedingt. Weit nachtheiliger ist indess die Verunreinigung der Luft durch ausgeathmete oder aus Verbrennungsgasen stammende Kohlensäure. Sie bedingt eine anomale Zusammensetzung der Luft, welche schon innerhalb sehr enger Grenzen nicht nur die Bestimmung und Berücksichtigung des Kohlensäuregehaltes, sondern auch eine Umrechnung des aus den sonstigen Beobachtungen erhaltenen Gewichtes der reinen Luft mit Rücksicht auf das gestörte Verhältniss zwischen Sauerstoff und Stickstoff bedingt.[1])

Um zunächst festzustellen, wie genau das Luftgewicht überhaupt ermittelt werden kann, hat man zu unterscheiden zwischen der Unsicherheit der Regnault'schen Grundzahl des Gewichtes der Volumeneinheit reiner, trockener, kohlensäurefreier Luft von Null Grad und 760 Millimeter Druck im Meeresnivean unter 45° Polhöhe, und den Fehlern, welche bei der Ableitung eines unter anderen Umständen stattfindenden Luftgewichtes aus dieser Zahl begangen werden. Die erstere ist von W. Förster[2]) auf etwa sieben Einheiten der fünften Decimale oder $^1/_{18500}$ veranschlagt worden. Eine Zeit lang schien diese Schätzung in Frage gestellt durch

[1]) Vergl. Schwirkus, der Einfluss der menschlichen Exspirationsluft auf Wägungsergebnisse. Diese Zeitschr. 1881, S. 84 und 124. — [2]) Metronomische Beiträge No. 1, S. 5.

Jolly's[1]) Beobachtungen angeblicher **natürlicher** Schwankungen der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft, welche jedoch durch neuere Beobachtungen von Hempel[2]), Kreusler[3]), Ebermayer[4]) und Breslauer[5]) als widerlegt zu betrachten sind. Der genannten Unsicherheit entspricht ein Fehler der in Luft ausgeführten Vergleichung eines Kilogrammes aus Platin mit einem solchen von Messing bei der Reduction auf den leeren Raum von etwa 0,005 mg[6]); für Messing und Bergkrystall beträgt der Fehler etwa 0,016 mg, für Platin und Bergkrystall 0,021 mg. Genauer sind somit auch die feinsten Vergleichungen solcher Kilogramme in Luft zur Zeit nicht auszuführen; der Fehler nimmt indessen insofern eine besondere Stellung ein, als er allen Reductionen auf den leeren Raum gemeinsam ist und daher weder die Vergleichbarkeit verschiedener Wägungen desselben Objectes, noch deren spätere Berichtigung für den Fall hindert, dass es gelingen sollte, die Regnault'sche Grundzahl genauer zu bestimmen. Er darf also gegebenen Falles nicht von der genauesten Ermittlung oder Ausschliessung aller übrigen Fehler abhalten.

Bei Erörterung der letzteren lassen wir die Abweichungen der Luft vom Mariotte'schen Gesetz, die Fehler der Spannungstafeln für den Wasserdampf und ähnliche Unsicherheiten allgemein-physikalischer Natur als ausserhalb der Aufgabe liegend ausser Betracht. Was zunächst die Temperatur der Luft anlangt, so entspricht einer Zu- oder Abnahme um einen Centigrad eine Ab- oder Zunahme des Luftgewichtes um $^1/_{273}$ oder 0,367%. Die zur Zeit unter den obwaltenden Umständen erreichbare Genauigkeit beträgt dagegen kaum mehr als 0,02° oder etwa $^1/_{13000}$ des Luftgewichtes. Das Thermometer ist aus möglichster Entfernung abzulesen und mit seinem Gefässe thunlichst in gleicher Höhe mit den Schwerpunkten der Wägungsobjecte aufzuhängen. Besonders in geheizten Räumen können die höher belegenen Luftschichten eine bis zu 2° und darüber pro Meter höhere Temperatur haben. Eine um 1 cm höhere oder tiefere Aufhängung kann also unter ungünstigen Umständen allein schon einen Fehler der Temperaturbestimmung von 0,02° bedingen. Selbstverständlich ist ein möglichst genau gearbeitetes und untersuchtes Thermometer zu benutzen; seine Theilintervalle werden zweckmässig recht klein (Fünftel- oder Zehntelgrade) gewählt, damit man soweit als thunlich des Schätzens von Bruchintervallen überhoben ist, das schädliche Verlängerung der Ablesung und stärkere Beleuchtung bedingt.

Bei der Bestimmung des Luftdruckes sind Rücksichten auf die Nähe der Wage nicht erforderlich, weil das Barometer oder (bei Vacuumwagen) Manometer in unschädlicher Entfernung gehalten werden kann. Der Einfluss des Luftdruckes in Millimetern Quecksilbersäule ist nahezu dreimal geringer als derjenige der Temperatur in Graden; einer Zu- oder Abnahme um 1 mm entspricht eine Zu- oder Abnahme des Luftgewichtes um $^1/_{760}$ oder 0,132%. Eine grosse Unsicherheit jeder Druckbestimmung ist indess zur Zeit noch dadurch bedingt, dass die Meereshöhe (richtiger die Höhe über der Niveaufläche der normalen Erdgravitation) des Beobachtungsortes nicht genügend bekannt ist; die Angaben von an verschiedenen Orten aufgestellten Barometern können daher um entsprechende Beträge verschieden

---

[1]) Abhandl. der Königl. Bayer. Akad. d. Wissensch. II. Cl. XIII. Bd. II. Abth. S. 51. — [2]) Chemische Berichte 1885 S. 11, 1800. — [3]) Landwirthsch. Jahrb. Bd. 14, S. 365. — [4]) Forstw. Centralbl. VIII S. 265. — [5]) Deutsche Chemikerzeitung 1886 S. 181. — [6]) Die Verschiedenheit des Auftriebes in der Luft beträgt durchschnittlich zwischen Kilogrammen aus Platin und Messing etwa 90, aus Messing und Bergkrystall etwa 300, aus Platin und Bergkrystall etwa 390 mg; die Regnault'sche Grundzahl ist 1,29319 Gramm pro Liter.

sein, ohne dass man zur Zeit Mittel zu genügender Aufklärung besässe. Es bleibt nur übrig, mittels transportabler Barometer directe Vergleichungen auszuführen, welche aber mit Instrumenten dieser Art kaum genauer als auf 0,1 mm möglich sind. Von diesem Fehler abgesehen, welcher je nach dem Orte mehrere Zehntel des Millimeters betragen kann, dürfte zur Zeit bei Benutzung der feinsten Barometer eine Genauigkeit von etwa ± 0,03 mm erreichbar sein, was ungefähr $^1/_{25000}$ des Luftgewichtes entspricht. Die Niveaudifferenz zwischen dem Schwerpunkt des Wägeobjectes und dem unteren Niveau des Barometers muss bis auf 10 cm hergestellt oder in Rechnung gezogen werden, wenn der dadurch bedingte Fehler der Druckbestimmung kleiner als ± 0,01 mm bleiben soll.

Die Bestimmung der Feuchtigkeit der Luft macht besondere Schwierigkeiten. Die Apparate, welche sie nicht durch unmittelbare Ablesung ergeben, sondern einen Versuch erfordern (nach Regnault, Daniell) kommen nicht wohl in Betracht, weil ihr Gebrauch zu lange Zeit kostet und weder in noch nahe dem Wagekasten zulässig ist, wenn nicht andere Unzuträglichkeiten entstehen sollen. Es bleiben also im Wesentlichen nur das Haarhygrometer und das August'sche Psychrometer übrig. Das Haarhygrometer ist bei 100% Feuchtigkeit genauer, im Durchschnitt aber ungenauer; auch wenn sein Hundertpunkt von Zeit zu Zeit berichtigt[1]) und seine Scale durch Vergleichung mit besseren Instrumenten ausgewerthet wird, sind seine Angaben bei 100% fast bis auf 1%, bei 30% dagegen schon bis auf 10% und darüber unsicher, unter 30% versagt es ganz. Doch kann es wenigstens in den Wagekasten gestellt werden. Das Psychrometer muss ausserhalb des Kastens beobachtet werden, wo von vornherein eine um mehrere Procente abweichende relative Feuchtigkeit herrschen kann (zunächst wegen der höheren Temperatur im Kasten, aber auch wegen der auf letzteren stärker wirkenden Ausdünstung u. s. w. des Beobachters), und ist überdies an sich auch dann noch um ganze Procente unsicher, wenn es, wie neuerdings üblich, andauernd der Wirkung eines kleinen, gleichmässig umlaufenden Windrades ausgesetzt wird. Unter mittleren Verhältnissen entspricht aber einer Zu- oder Abnahme der Luftfeuchtigkeit um 2% bereits eine Ab- oder Zunahme des Luftgewichtes um etwa $^1/_{2500}$ seines Werthes und man wird daher auf einen Fehler dieses Betrages stets gefasst sein müssen.

Die letzte zu besprechende Fehlerquelle, die Verunreinigung der Wägungsluft durch die menschliche Ausathmung und mit Verbrennungsgasen, beeinflusst nur Arbeiten auf Wagen in gewöhnlichen Kästen bei geschlossenen Fenstern und Thüren, ist dann aber die am Stärksten wirksame. Bei offenen Fenstern oder Thüren genügt für jeden anwesenden Menschen eine Zufuhr frischer Luft von 100 l pro Secunde, um die Wägungsluft, augenblickliche Vermischung angenommen, bis auf $^1/_{44000}$ ihres Gewichtes, also mehr als ausreichend rein zu erhalten; eine solche Zufuhr ist noch möglich, ohne die Wägung in anderer Weise zu stören. Eine Gasflamme[2]) erfordert dagegen allerdings mindestens die sechsfache Luftzufuhr, wenn der gleiche Erfolg erreicht werden soll.

Man wägt indessen auch bei geschlossenen Fenstern und Thüren und zwar ohne im Allgemeinen auf andere Weise für ausreichende Ventilation sorgen zu können. Wenigstens geben alle Sachverständigen an, dass der von Pettenkofer

[1]) Wozu sich besonders die von Koppe empfohlene Einrichtung seines Procenthygrometers eignet. — [2]) Der Mensch erzeugt 22 bis 23 l Kohlensäure pro Stunde, eine Gasflamme dagegen etwa 125 l, wobei die Verbrennungsluft wegen der reichlichen Wasserstoffverbrennung sauerstoffärmer und somit noch nachtheiliger ist.

für geschlossene Räume, welche Menschen zum Aufenthalte dienen, geforderte Minimalgehalt der Luft an exspirirter Kohlensäure (0,10%) thatsächlich nirgends innegehalten wird. Man wird also eher auf einen Kohlensäureüberschuss von einigen Zehntelprozent gefasst sein müssen. Wollte man aber auch ein für alle Mal einen gewissen mittleren Kohlensäuregehalt in Rechnung ziehen, so blieben immer noch die — in Ermangelung eines rasch genug functionirenden Instrumentes zum Nachweise der Kohlensäure — uncontrolirbaren Schwankungen der letzteren störend genug. Diese Schwankungen, ein Product der gleichfalls uncontrolirbaren Schwankungen der Ausathmung und der Lufterneuerung, bewegen sich auch unter günstigen Umständen innerhalb des Zehntelprocentes und bedingen daher einen Fehler von $^1/_{3150}$ des Luftgewichtes[1]). Wird die Fehlerquelle aber garnicht berücksichtigt, so kann leicht ein Fehlervon $^1/_{1000}$ und darüber auftreten.

Alle diese Einzelfehler bedingen einen Gesammtfehler (die Wurzel aus der Quadratsumme) von solcher Grösse, dass er in etwa der Hälfte aller Fälle, bei den in geschlossenem Raum stattfindenden Wägungen, auch im günstigsten Falle genauere Bestimmungen des Luftgewichtes als auf etwa $^1/_{3000}$ nicht zulässt. Böte sich also kein anderer Ausweg, so würde man, immer einen geschlossenen Beobachtungsraum vorausgesetzt, u. A. den Fehler eines Messingkilogrammes nicht genauer als bis auf $\pm$ 0,03 mg, eines Bergkrystallkilogrammes nicht genauer als bis auf $\pm$ 0,13 mg von einem Platin-Urgewicht ableiten können. Für Wägungen, bei denen die Wage nicht aus grösserer Entfernung bedient und beobachtet wird, hätte dies nicht viel zu bedeuten; die solchen Wägungen aus anderen Ursachen anhaftenden Fehler sind so gross, dass das Hinzukommen der obigen sie nicht mehr wesentlich vermehren kann. Die Benützung solcher Wagen mit aller der Genauigkeit, deren sie bei der Art ihres Gebrauches überhaupt fähig sind, ist daher durch die möglichen Fehler der Luftgewichtsbestimmung auch bei grossen Volumendifferenzen nicht nothwendig in Frage gestellt.

Anders verhält es sich mit den aus der Entfernung gebrauchten Wagen. Die grosse Genauigkeit, welche sie darbieten, würde unausgenützt bleiben müssen, wenn Fehler obiger Art in der That unvermeidlich wären. Dies bliebe selbst dann noch richtig, wenn man die feineren Wägungen nur im Sommer, bei genügendem Luftwechsel, ausführen wollte, denn auch unter der blossen Einwirkung der drei ersten Fehlerquellen bleibt die Unsicherheit der Luftgewichtsbestimmung (etwa $^1/_{7500}$) hierfür eine zu grosse. So klein diese Fehler dem grossen Publicum scheinen mögen, so reicht das Interesse daran gegenwärtig, wo die Wissenschaft vielfach kaum zu befriedigende Anforderungen an die Genauigkeit von Gewichtsstücken machen muss, doch sehr weit und beschränkt sich keineswegs, wie häufig geglaubt wird, auf die Institute für Maass und Gewicht, denen die Beglaubigung der genauen Gewichte des Publicums obliegt. Die Gewichtsbestimmung jedes Gewichtes oder Körpers von anderer Substanz als der des Urgewichtes (Platin oder Platiniridium) bleibt, wo und mittels wievieler Zwischenglieder sie auch zu Stande komme, immer mit dem Fehler der ersten, unmittelbaren Ableitung eines Gewichtes solcher Substanz vom Urgewicht behaftet, d. h. so unrichtig wie die Messing-, Bergkrystall- u. s. w. Gewichte dieser Institute bleiben die Gewichte gleicher Substanz im ganzen Staate.

Wenn man nun auch angesichts dieser Sachlage bald an die Einführung der Vacuumwagen gedacht hat, so war die fragliche Schwierigkeit damit noch nicht

[1]) Nach einer Formel a. a. O.



beseitigt. Es wird z. B. gegenwärtig bereits vielfach der Anspruch erhoben, ein Messingkilogramm für physikalische Arbeiten — Platingewichte sind des Preises wegen meist ausgeschlossen — wenigstens annähernd so genau wie ein Platinkilogramm, also bis auf ± 0,01 mg oder wenig darüber mit dem Urgewicht verglichen zu erhalten, dessen Abweichung vom internationalen Prototyp zur Zeit in Deutschland bis auf einige Tausendtelmilligramm bekannt ist. Die Erfüllung dieser Forderung würde mit Rücksicht auf die sonstigen Fehler eine Genauigkeit der Bestimmung oder der Elimination der Luftauftriebe von mindestens ± 0,005 mg, oder, da die Verschiedenheit der letzteren in mittlerer Luft 90 mg entspricht, von etwa $^1/_{20000}$ des Luftgewichtes bedeuten.

Blosses Auspumpen des Behälters aber lässt dies nicht erreichen. Man weiss hierzu nicht genau genug, wie das Luftgewicht mit dem Druck abnimmt; die Annahme blosser Proportionalität (nach dem Mariotte'schen Gesetz) ist keinesfalls genügend sicher. Es machen sich ferner die unvermeidlichen Fehler der Volumenbestimmung bemerklich; da die letztere durch Wägung im Wasser geschieht, liefert sie ein um die in Messing, wie es scheint, stets enthaltenen Poren zu grosses Volumen[1]). Ist der Unterschied nicht gross, z. B. wie bei guten Stücken wohl immer, kleiner als 0,04 ccm, so würde er nichts schaden, sofern das Stück in Luft bestimmt und sein Volumen stets mit demselben Betrage in Rechnung gezogen würde, denn ein Fehler träte nur auf, wenn das beim Gebrauche stattfindende Luftgewicht ein anderes ist, als bei der Bestimmung; er ist gleich diesem Unterschiede (höchstens $^1/_{10}$) multiplicirt mit dem Fehler des Volumens. Soll das Stück aber in annäherndem Vacuum bestimmt werden, so tritt an Stelle der Schwankungen des Luftgewichtes dessen ganzer Betrag, der Fehler ist also zehnmal grösser. Ferner geben Stücke mit sehr feinen Poren oder mit nicht ganz luftdichten Verschraubungen, z. B. Gewichte mit eingeschraubtem Knopf — welche deshalb auch ganz verwerflich sind — die in ihnen enthaltene Luft bei Abnahme des Druckes nur sehr langsam ab und haben daher schon in gewöhnlicher Luft, besonders aber im Vacuum kein hinreichend bestimmtes Gewicht. Endlich bleibt es fraglich, ob nicht Dämpfe von Fett (des Dichtungsmateriales) oder an der Glasglocke u. s. w. adhärirende Gase und Dämpfe unter vermindertem Druck in merklicher Spannung auftreten, zumal da in Betracht des grossen zu evacuirenden Raumes (25 bis 30 l) und anderer Umstände die dagegen sonst anwendbaren Maassregeln ausgeschlossen sind.

Man hat sich daher fragen müssen, ob sich die obige Genauigkeit, welche übrigens hinter der der Wage an sich innewohnenden immer noch zurückbleibt, nicht noch anders, bei gewöhnlichem Druck, erreichen liesse, da die Bedingungen, unter denen Vacuumwagen arbeiten, auch abgesehen vom Druck so günstige sind. Die anomale Zusammensetzung der Wägungsluft kann durch Füllung des Behälters mit Luft aus dem Freien vermieden werden. Die Genauigkeit einer einzelnen Temperaturbestimmung genügt zwar kaum mehr ganz; mit den vorzüglichsten Instrumenten könnte man indessen bei oft wiederholter Ablesung und unter genauer Beobachtung etwaiger Gänge der Temperatur annähernd auf ± 0,01° kommen, was ausreicht. Endlich lässt sich auch der natürliche Kohlensäuregehalt der Luft vor dem Eintritt in die Wage ohne Weiteres bis auf unschädliche Spuren beseitigen.

(Fortsetzung folgt.)

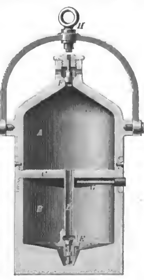
[1]) Vergl. die bezügliche Erörterung in dieser Zeitschr. 1882. S. 313 ff.

Ein neuer Tiefenmesser.

Von
stud. J. M. Weeren in Charlottenburg.

Die Instrumente zum Messen grosser Meerestiefen sind zur Zeit noch sehr unvollkommen. Ein wissenschaftlicher Apparat, der grössere Tiefen mit einem Fehler von nur wenigen Metern zu messen gestattet, existirt meines Wissens überhaupt noch nicht. Man hat wohl Manometer angewandt und aus der Grösse der Compression der Luft die Tiefe berechnet, allein die Apparate haben sich bis jetzt nur für verhältnismässig sehr geringe Werthe wirklich genau und zuverlässig erwiesen, versagten aber meistens, so wie grössere Tiefen mit ihnen gemessen werden sollten. Ich bemerke jedoch, dass die beschränkte Anwendung, welche diese Art von Bathometern bislang gefunden hat, nur an der mangelhaften Construction der Apparate, nicht aber an der Methode selbst liegt. Hierauf näher einzugehen muss ich mir indessen aus Mangel an Raum versagen, wie denn auch im Folgenden aus demselben Grunde alle Details vermieden sind.

Ein Apparat, den ich speciell für wissenschaftliche Zwecke vorschlagen möchte, basirt ebenfalls auf der Messung des Wasserdruckes, functionirt aber in den grössten Meerestiefen mit derselben Zuverlässigkeit, wie in geringen, ohne an Genauigkeit einzubüssen. Nebenstehende Figur zeigt denselben im Durchschnitt; er ist im Wesentlichen ein aus vernickeltem Stahl zum Schutze gegen die oxydirende Wirkung des Wassers bestehender Hohlcylinder, der durch die Scheidewand *C* in zwei Abtheilungen *A* und *B* getheilt ist. Das Zwischenstück *C* ist mit der oberen Hälfte des Cylinders vollständig luftdicht verschraubt, mit der unteren Hälfte jedoch so, dass diese mit Leichtigkeit abgeschraubt werden kann. Das Rohr *D* verbindet die beiden Abtheilungen *A* und *B* miteinander und besitzt an seinem unteren Ende bei *E* ein Ventil, welches sich nur nach oben hin und nur durch einen gewissen Ueberdruck öffnet. Ein gleiches Federventil befindet sich bei *F* und öffnet sich gleichfalls erst bei einem ziemlich kräftigen Ueberdruck in *A*. Beide Ventile müssen sehr sorgfältig gearbeitet sein. Ausserdem ist in der Wandung der Kammer *B* noch ein nach aussen führendes Rohr *G* angebracht, welches leicht abgeschraubt werden kann. *H* ist eine Aufhängevorrichtung, an welcher der Apparat in das Meer versenkt wird.



Beim Gebrauche wird die obere Abtheilung *A*, deren Inhalt genau ausgemessen ist, nach Entfernung des Ventiles *F*, das sich leicht abschrauben lässt, vollständig mit luftfreiem destillirten Wasser von bestimmter Temperatur gefüllt und sodann wieder das Ventil *F* aufgeschraubt. Hierauf wird die untere Abtheilung *B* durch das Rohr *G* mit Quecksilber gefüllt. Hiermit ist das Bathometer zum Gebrauch fertig. Die Aufhängevorrichtung *H* wird an der Lothleine befestigt, und nun der Apparat in die Tiefe hinabgelassen. Sehr bald beginnt er zu functioniren. Der mit wachsender Tiefe stetig zunehmende Wasserdruck — je 10,25 m pro Atmosphäre, wenn die eigene Compression des Meerwassers unberücksichtigt gelassen wird —

treibt das Meerwasser durch das Rohr *G* in die Kammer *B* und drückt auf das dort befindliche Quecksilber. Dieses öffnet seinerseits das Ventil *E*, steigt im Rohre *D* auf und comprimirt das in *A* eingefüllte Wasser in einer genau der Tiefe entsprechenden Weise. Es wird nun so lange Quecksilber in die Abtheilung *A* eindringen und fortfahren, das destillirte Wasser zu comprimiren, als der Apparat überhaupt sinkt. Hört dies mit dem Aufstossen auf dem Meeresgrunde auf, so kann, da jetzt der Druck des in *A* befindlichen destillirten Wassers und des den Apparat umgebenden Meerwassers derselbe ist, kein Quecksilber mehr in die Abtheilung *A* hineingedrückt werden. Das Ventil *E* schliesst sich infolge des Zuges seiner Feder und trennt so das in *A* eingedrungene der Compression des destillirten Wassers, bezw. der Tiefe genau entsprechende Quecksilberquantum von dem Quecksilber der Kammer *B*. An Bord des messenden Schiffes zeigt sich das Aufstossen des Bathometers auf dem Meeresboden dadurch mit genügender Sicherheit an, dass die Seiltrommel der Lothmaschine mit einem Male viel langsamer sich zu drehen beginnt. Man hört deshalb mit weiterem Ablassen von Leine auf und windet den Apparat wieder auf. Hier tritt jetzt das entgegengesetzte Spiel der Ventile ein. *E* ist geschlossen; *F*, welches die Rolle eines Sicherheitsventiles für die Kammer *A* zu übernehmen hat, öffnet sich jetzt, da beim Heraufwinden der Druck in *A* stets grösser ist als der des umgebenden Meerwassers, lässt nach Bedarf einen Theil des destillirten Wassers austreten und schützt so den Apparat vor Deformationen. Das Bathometer wird an Bord geholt, das in die Kammer *A* eingedrungene Quecksilber nach Abschraubung des Ventiles *F* in ein Gefäss übergefüllt, getrocknet und auf einer guten Wage gewogen. Sein Gewicht giebt sodann mit grösster Genauigkeit die Tiefe an. Sollten sich diese Wägungen nicht mit genügender Feinheit auf dem Schiffe selbst ausführen lassen, so würde es sich empfehlen, später bei günstiger Gelegenheit noch eine zweite Wägung auf dem Lande vorzunehmen und zu diesem Zwecke die einzelnen Quecksilberproben in kleinen Fläschchen aufzubewahren.

Wasser statt Luft comprimiren zu lassen habe ich als viel vortheilhafter gefunden. Bei Anwendung von Luft als Compressionsmedium nimmt die Genauigkeit der Messungen fast im quadratischen Verhältniss zur Tiefe ab. Beim Wasser hingegen ist die Compressibilität für alle Drucke eine fast gleiche und beträgt bei 1 Atm. Druck 0,000050, bei 700 Atm. Druck noch 0,000045 Theile seines Volumens pro Atm. Diese Grössen erwiesen sich für unsere Zwecke als völlig ausreichend. Hat z. B. die Kammer *A* genau 1 Liter = 1000000 cmm Inhalt, so wird das darin befindliche Wasser für jede Atm. Druck eine Volumenverminderung von 50 cmm erfahren; es werden also 50 cmm Quecksilber eindringen, welche ein Gewicht von 50 . 13,59 mg = 0,6795 g haben. Da sich diese 0,6795 g = 679,5 mg mit Leichtigkeit auf 1 mg genau wägen lassen, so vermögen wir mithin mit unserem Apparate den 679,5ten Theil von 1 Atm. d. h. von 10,25 m Wassertiefe, gleich 15 mm zu messen. Da ferner die Compressibilität des Wassers auch bei bedeutenden Drucken nur unwesentlich kleiner ist als bei geringen Drucken, so erleidet der Apparat selbst in den grössten Tiefen keine nur irgend nennenswerthe Abnahme seiner Genauigkeit, indem bei 700 Atm. Druck, oder etwa 7175 m Tiefe, pro Atm. immerhin noch 45 . 13,59 mg = 0,6116 g Quecksilber eindringen. Von wesentlichem Vortheil ist ferner, dass bei den bedeutendsten Tiefen — rund 8500 m = etwa 830 Atm. — im Maximum nur 450 bis 500 g Quecksilber in die Abtheilung *A* eindringen. Eine gute Wage zeigt nun bei dieser Belastung mit Sicherheit 1 mg an, wir würden also noch den 450000 bis 500000ten Theil von 8500 m, das heisst etwa 19 mm messen können.

In Wirklichkeit gestaltet sich nun freilich die Sache etwas anders, und ich will hier auf die Hauptschwierigkeiten, welche dieser Apparat bietet, aufmerksam machen, bemerke aber, dass dieselben nicht meinem Instrumente allein eigenthümlich sind, sondern bei allen Bathometern dieser Gattung wiederkehren.

Zunächst muss der Apparat, falls er wirklich genaue Resultate liefern soll, einmal empirisch geprüft, und aus den gefundenen Werthen eine möglichst genaue Tabelle zusammengestellt werden. Zu diesem Zwecke wird das Bathometer, wie vorhin angegeben ist, vorbereitet und alsdann in ein starkwandiges Gefäss gesetzt, welches mit einer Compressionspumpe in Verbindung steht. Nachdem das Compressionsgefäss zugeschraubt ist, wird die Pumpe so lange in Bewegung gesetzt, bis ein zuverlässiges Manometer den gewünschten Druck zeigt. Hierauf wird das Bathometer wieder herausgenommen, die in die obere Abtheilung eingedrungene Quecksilbermenge gewogen und alsdann beide Werthe, Druck und Quecksilbergewicht in einer Tabelle notirt. Indem man so von geringen Drucken zu grösseren fortschreitet und die gefundenen Werthe notirt, erhält man eine durchaus zuverlässige empirische Tabelle für unseren Apparat und hat nur noch nöthig, die Atmosphärenanzahlen in Metern auszudrücken.

Sodann muss der allerdings nicht sehr bedeutende Einfluss der Temperatur berücksichtigt und da er die Genauigkeit der Resultate beeinträchtigen würde, nach Möglichkeit eliminirt werden. Dies geschieht am Besten auf folgende Weise. Die Aichung des Bathometers wird bei gleichen oder doch ähnlichen Temperaturen, wie sie auf dem Meeresboden herrschen, vorgenommen. Diese schwanken nur innerhalb sehr kleiner Grenzen und liegen zwischen 1 bis 5° C. Man würde also beispielsweise, wenn man den Apparat bei einem Drucke von 600 Atm. prüfen wollte, das eine Mal die Pressung von 600 Atm. vornehmen, während das Compressionsgefäss auf einer Temperatur von 2° C., und eine zweite Pressung von gleichem Betrage, während es auf vielleicht 4° C. constant gehalten wird. Die beiden Versuche werden, obwohl der Druck in beiden Fällen derselbe war, wegen der verschiedenen Temperaturen etwas von einander verschiedene Resultate ergeben. In der Tabelle müssten daher für die verschiedenen Temperaturen mehrere Columnen angelegt werden. Giebt man nun beim Gebrauche dem Bathometer ein gut functionirendes Tiefseethermometer mit, so zeigt dieses die Temperatur des Wassers am Meeresboden und damit auch die Columne der Tabelle an, in welcher die Tiefe für die eingedrungene Quecksilbermenge zu suchen ist.

Schliesslich müsste noch die Compressibilität des Meerwassers selbst in Rechnung gezogen werden, was mit Leichtigkeit und mit genügender Genauigkeit durch eine einfache Formel geschehen kann. Diese Correction wird am Besten gleich bei Anlegung der Tabelle vorgenommen, so dass diese dann für die in die obere Kammer eindringenden Quecksilbermengen die wahren Tiefen angiebt.

Sind alle diese Momente gebührend berücksichtigt, und ist vor Allem die Aichung des Bathometers in der angegebenen Weise genau ausgeführt worden, so liefert der Apparat fast absolut genaue Resultate. Dabei ist das Messen mit ihm höchst einfach. Umständlich ist allein jene empirische Aichung, die man niemals bei einem noch so vollkommenen Bathometer dieser Gattung wird umgehen können. Die Wichtigkeit, welche wirklich genaue bathometrische Messungen für die Wissenschaften haben, dürfte wohl die Mühe einer einmaligen empirischen Aichung aufwiegen.



Zur Geschichte der seismographischen Instrumente.

Von
Prof. E. Gelcich in Lussinpiccolo.

Das Studium der seismischen Erscheinungen hat seit jeher die Aufmerksamkeit der Gelehrten gefesselt, niemals mehr aber als in neuerer Zeit, seitdem man die physische Constitution der Erde zum Zielpunkte der ernstesten Studien macht. Die *seismographische Bibliothek* von Alexis Percy, enthalten in den *Denkschriften der Akademie zu Dijon 1855-56*, giebt das Verzeichniss von 1837 Druckschriften, die über Erdbeben handeln. M. R. Mallet veröffentlicht in den *Transactions of the British Association for the Advancement of Sciences 1858* das Verzeichniss aller in den grösseren europäischen Bibliotheken vorhandenen Werke, die sich mit Erdbeben befassen. Der Katalog umfasst alle seismischen Erscheinungen vom Jahre — 1606 bis + 1842 und enthält, soweit als möglich, Datum und Stunde des Phänomens, Ort der Beobachtung, Richtung, Dauer und Anzahl der Stösse, die damit im Zusammenhange beobachteten Fluthcrscheinungen, die vor oder nach dem Phänomen zu Tage getretenen meteorologischen Erscheinungen, endlich Angabe der Quelle. — Perrey ferner hat die von Arago in dem Zeitraum von 1817 bis 1830 gesammelten Beobachtungen fortgesetzt. — Es würde zu weit führen, alle Sammelwerke über Erdbeben anzuführen. Die Zahl der in den letzten Decennien erschienenen seismologischen Schriften ist kaum zu verfolgen. Abgesehen von den Specialschriften, die sich damit beschäftigen, von vielen grösseren Fachwerken, enthält fast jede der zahllosen, heute existirenden naturwissenschaftlichen Zeitschriften häufige Mittheilungen über seismische Erscheinungen. In vulkanischen Ländern bestehen besondere Observatorien, ja man entsendet eigens Commissionen in Länder, in denen Erdbeben besonders häufig vorkommen, um diese schrecklichen Naturerscheinungen eingehend zu studiren; so unternahmen die Engländer J. Milne und Th. Gray umfangreiche Studien in Japan, deren Resultat in den *Transactions of the Seismological Society of Japan*, im *Philosophical Magazine T. XII*, sowie im *Report of the British Association for the Advancement of Sciences 1882* niedergelegt sind. (Vgl. auch diese Zeitschr. 1885, S. 217.) In Italien gründete man ausser zahlreichen Beobachtungsstationen auf Veranlassung und Anregung des Ritters M. St. de Rossi schon im Jahre 1874 ein seismologisches Journal, *Bullettino del Vulcanismo Italiano*, welches systematisch alle Studien auf diesem Gebiete verfolgte, sammelte und zu neuen Untersuchungen anregte. Auch in der Schweiz, in Deutschland, Oesterreich, Griechenland und fast in allen anderen civilisirten Ländern schenkte man schon vor Decennien dem Studium der Seismologie besondere Aufmerksamkeit. Der Erfolg entsprach aber zunächst den rastlosen Bemühungen nicht.

Im Jahre 1858 machte M. R. Mallet die Mitglieder der *British Association* auf die geringen Fortschritte der Wissenschaft in der Erdbebenkunde aufmerksam, indem er darauf hinwies, dass weitere Fortschritte auch solange nicht zu erwarten seien, als nicht das Beobachtungssystem einheitlich geordnet, die Beobachtungsstationen systematisch vertheilt und mit guten, verlässlichen und zweckentsprechenden Instrumenten ausgerüstet seien; er schlug die Errichtung eines Centralamtes vor, dem die Leitung des ganzen Verfahrens und die Sammlung und Verarbeitung des Beobachtungsmateriales übertragen werden sollte. — Als Milne und Gray Ende der siebziger Jahre nach Japan gingen, war das wirkliche Vorkommen von normalen und transversalen Schwingungen noch nicht hinreichend nachgewiesen, obwohl Mallet behauptete, dass sie bei künstlich erzeugten Schwingungen beobachtet werden könnten,

eine Ansicht, die von Milne und Gray experimentell — durch Fallenlassen einer schweren Kugel aus grosser Höhe, Dynamitsprengungen u. dgl. m. — bestätigt wurde; bei der wirklichen Beobachtung von Erderschütterungen ergab sich aber, dass die Bewegungen gewöhnlich einen unregelmässigen Charakter besitzen. — Prof. Fritsch äusserte sich in der „Berliner Gesellschaft für Erdkunde" gelegentlich eines daselbst „über Erdbeben" gehaltenen Vortrages (*Verhandl. d. Gesellsch. f. Erdkunde 1881, S. 193*) in folgendem Sinne: „Wir besitzen noch von keinem Erdbeben eine genaue Kenntniss aller Bewegungen und Vorgänge, welche dabei stattgefunden haben. „Manchem Fachmanne selbst dürfte der beim Erdbeben auf den Philippinen vom „Juli 1880 geführte Nachweis, dass die Horizontalschwingungen oft an einem Beobachtungspunkte ihre Richtungen verändern, überraschend gewesen sein. Unter-„suchungen über die horizontale und verticale Bewegung, wie sie bei jenem Erdbeben „in Manila angestellt worden sind, bleiben leider vereinzelt. . . . . . . Vor allen „Dingen wird die Wissenschaft darauf hinzuwirken haben, dass wir über die that-„sächlich bei den einzelnen Erdbeben wahrnehmbaren Bewegungen objective Be-„obachtungen, wenn möglich von selbstregistrirenden Apparaten erhalten." — Endlich schloss A. Heim einen Vortrag über die Ergebnisse zweijähriger in der Schweiz angestellter Beobachtungen, gehalten bei einer Versammlung Schweizer Naturforscher zu Linthal mit der Bemerkung, „dass das Studium der Beobachtungen das Problem „der Erdbeben viel verwickelter erscheinen macht, als man anfangs zu glauben „gesonnen ist. Fast in jedem Stoss tritt uns eine ausgesprochene Individualität „entgegen, und wir werden eines Tages die verschiedenen beobachteten Stösse in „bestimmte Typen gruppiren können."

Ausser den Erdbeben sind in neuerer Zeit auch die sogenannten mikroseismischen Erschütterungen Gegenstand des wissenschaftlichen Interesses gewesen; hierunter wird das leise, der unmittelbaren Wahrnehmung völlig unbemerkbare Zittern des Erdbodens verstanden, worauf Julius Schmidt die Welt vor ungefähr 40 Jahren aufmerksam machte. Der eigentliche Begründer der mikroseismischen Wissenschaft ist der Pater Bertelli in Florenz, der seit 1870 viele Tausende von Beobachtungen über dieses Phänomen angestellt hat. Auch M. St. de Rossi hat auf diesen Zweig der Wissenschaft fördernd eingewirkt; auf seine Veranlassung sind viele Beobachtungsstationen in Italien eingerichtet worden. Es scheint, dass der Boden von Italien in unaufhörlicher Bewegung begriffen ist, und dass in diesen Oscillationen gewissermaassen seismische Stürme vorkommen, Perioden von aussergewöhnlicher, in der Regel 10 Tage hindurch andauernder Thätigkeit. Es zeigt sich aus den bisherigen Beobachtungen, dass die mikroseismischen Bewegungen einen gewissen Zusammenhang mit Erdbeben, vulkanischen Ausbrüchen, ja sogar mit barometrischen Depressionen aufweisen. Galli beobachtete eine Zunahme der mikroseismischen Thätigkeit, wenn Sonne und Mond im Meridian stehen; Melzi behauptete, dass die Curven mikroseismischer Bewegungen, der Erdbeben, der Mond- und Sonnenbewegung eine Uebereinstimmung unter einander zeigen, u. s. w.

Um sich grössere Klarheit über die seismischen und mikroseismischen Erscheinungen zu verschaffen, sind fortgesetzte Beobachtungen an zuverlässigen Instrumenten erforderlich. Gegenwärtig besitzen wir, Dank der Thätigkeit von Milne, Gray, Ewing und der Japanischen Seismologischen Gesellschaft eine Reihe zuverlässiger, registrirender Seismographen und es ist zu hoffen, dass mit ihrer Hilfe bald grössere Fortschritte erzielt werden. In dem Beginn dieser neuen Aera der seismographischen Wissenschaft dürfte es historisch nicht unwichtig sein, Notizen



über die älteren Apparate zu sammeln und so werde ich mir in Folgendem, auf die Gefahr hin, Bekanntes zu wiederholen, erlauben, die in Italien erfundenen seismologischen Instrumente und Apparate zusammen zu stellen.

Wir beginnen mit der Nadirane von A. d'Abbadie, einem empfindlichen Apparat zur Untersuchung der mikroseismischen Bewegungen. Ein abgeschnittener Kegel von Steinmörtel, 10 m hoch, mit einer oberen Fläche von 2 m Durchmesser, wurde auf einem Felsen nahe der Meeresküste bei Abbadia errichtet; im Innern des Conus führt ein Schacht von 12 cm lichter Weite senkrecht nach unten; der Schacht ist oben durch eine eingemauerte, mit centrischer Oeffnung von 20 mm Durchmesser versehene Messingplatte verschlossen, die Mitte der kreisförmigen Oeffnung wird durch ein Kreuz von Platindraht markirt. Am Boden des Schachtes, also in Entfernung von 10 m von den Platinfäden, befindet sich ein Quecksilberbad. Ueber demselben ist eine fest eingerahmte schwere Linse von 12 cm Durchmesser derart angebracht, dass sich das Fadenkreuz in der Brennweite der Linse befindet. Ueber dem Fadenkreuze ist ein mit Fadenmikrometer und Positionskreis versehenes Mikroskop vertical aufgestellt. Wird nun von oben mittels einer Lampe ein Lichtstrahl auf den Boden des Schachtes geworfen, so passirt derselbe die Linse und wird vom Quecksilberbade zurückgeworfen. Da die Linse etwas excentrisch liegt, so erblickt man im Mikroskop das reflectirte Bild des Fadenkreuzes neben den wirklichen Fäden. Unter der Voraussetzung nun, dass die relative Lage von Linse und Fadenkreuz unverändert bleibt, muss die Lage der Fäden zu ihrem reflectirten Bilde stets dieselbe bleiben, so lange die Oberfläche des Quecksilberbades ruhig bleibt; ändert sich letztere unter dem Einflusse mikroseismischer Bewegungen, so verschiebt sich auch die relative Lage der Fadenkreuzbilder. Die beträchtliche Entfernung der Fäden vom Quecksilberbade macht die geringste Abweichung der Messung zugänglich. D'Abbadie konnte mit diesem Apparate zahlreiche kleine Erschütterungen wahrnehmen; er fand, dass das Bild selten einen ganzen Tag hindurch bewegungslos war, und dass es stets gestört wurde, wenn die See unruhig war, obwohl der Apparat 400 m vom Meere entfernt war.

Einen zum Studium sowohl der Vertical- als auch der Horizontalstösse dienenden, völlig durchdachten Apparat construirte im Jahre 1856 der durch seine Untersuchungen auf seismologischem Gebiete bekannte Prof. Palmieri. Der Apparat zerfällt seiner Bestimmung nach in zwei Theile, von denen der eine die verticalen, der andere die horizontalen Bewegungen zur Darstellung bringen soll. — Das Hauptorgan des letzteren Theiles ist ein an einer Feder aufgehängter, spiralförmig gewundener Messingdraht von 14 bis 15 Windungen, welcher unten in eine Platinspitze endigt, die sich in ganz geringer Entfernung über einer Schale mit Quecksilber befindet, welche auf einer kleinen Säule befestigt ist; die Schale sowohl wie die Spirale stehen mit einer elektrischen Batterie in Verbindung; geschieht nun eine verticale Bewegung des Erdbodens, so taucht die Platinspitze in das Quecksilberbad ein und der Strom wird geschlossen. (Das Princip dieser Einrichtung liegt so nahe, dass sie auch in den neueren Apparaten beibehalten ist.) Hierdurch treten die Anker zweier Elektromagnete in Thätigkeit; der erstere hält eine bisher in Gang befindliche Uhr an, so dass der Beginn der Störung markirt wird, und setzt eine Alarmglocke zur Benachrichtigung des Beobachters in Bewegung; der zweite Elektromagnet löst durch das Anziehen seines Ankers das bisher durch einen Hebel festgehaltene Pendel einer zweiten Uhr aus, bringt dieselbe in Gang, setzt dadurch einen Papierstreifen in Bewegung und markirt auf demselben durch das

gleichzeitige Niederdrücken des Stiftes einen jeden der auftretenden Stösse. Der Beginn der Bewegung, die Zeit eines jeden Stosses, sowie die Anzahl derselben wird somit genau registrirt, nicht aber, und das ist ein schwacher Punkt des Apparates, die Intensität derselben. Zwar sind zu diesem Zwecke noch zwei weitere Spiralen vorhanden, die unten in Magnetstäbe enden und über Schalen mit Eisenspänen hängen, so dass bei verticalen Stössen die Stäbe sich den Schalen nähern und die Späne anziehen. Aus der Art und Weise, wie letztere anhaften, soll man auf die Intensität der Bewegung schliessen, aber dies giebt keine zuverlässigen Resultate. — Der zur Darstellung der horizontalen Erdstösse bestimmte Theil des Apparates besteht aus vier U-förmigen Glasröhren, deren einer verticaler Arm doppelt so weit ist als der andere; dieselben sind nach den vier Hauptrichtungen orientirt und bis zu einer gewissen Höhe mit Quecksilber gefüllt. Die Quecksilberoberflächen stehen mit der Batterie durch Drähte in Verbindung, welche in dem weiteren Schenkel der U-Röhren in das Quecksilber eintauchen, in den engeren aber ein wenig von demselben und einem Schwimmer abstehen, der durch ein über eine Rolle geführtes Gegengewicht auf der Oberfläche des Quecksilbers gehalten wird. Passirt nun ein horizontaler Stoss, so wird je nach der Richtung desselben der Schwimmer in dem einen oder anderen U-Rohr verschoben, berührt den entsprechenden Draht und schliesst den Strom. Die Registrirung des Beginnes der Bewegung, der Zeit und Anzahl der Stösse geschieht dann in derselben Weise und durch dieselben Organe wie bei dem ersteren Theile des Apparates. Die Intensität der Horizontalstösse soll in wenig verlässlicher Weise an einer Scale mittels eines Zeigers abgelesen werden, der durch die Bewegung des Schwimmers gleichzeitig verschoben wird.

Eine vollkommenere Gestalt seines Apparates hat Prof. Palmieri später für das Observatorium auf dem Vesuv und für die englische Expedition nach Japan angegeben. Während der ältere Apparat im Ganzen auf einem starken Tisch angebracht und daher sehr schwerfällig war, zerlegte Palmieri ihn später, um ihn bequemer zum Transport zu gestalten. Ferner verwandte er zur Aufzeichnung der Horizontalstösse statt der U-förmigen Röhren ein Pendel mit Platinspitze, das im Zustande der Ruhe wenig über der convexen Oberfläche eines Quecksilberringes steht, im Falle eines horizontalen Stosses das Quecksilber je nach der Richtung des Stosses an einer Stelle berührt, hierdurch einen elektrischen Strom schliesst und gleichzeitig einen von 8 leicht beweglichen Glasstäbchen verschiebt, die auf dem Quecksilber nach den 8 Richtungen orientirt sind; hieraus kann die Richtung des Stosses und näherungsweise auch seine Intensität ermittelt werden. Die Zeit der Erschütterung wird in ähnlicher Weise wie bei dem früheren Apparate registrirt, jedoch auf drei Papierstreifen, die auf eben so viel Cylindern aufgewickelt sind, von denen der eine in 24 Stunden, der zweite in 1 Stunde, der dritte in 5 Minuten eine Drehung vollführt.

Ein weiterer seismometrischer Apparat, der gleichfalls wie derjenige von Palmieri nur die Zeit des Vorkommens von Erdstössen, sowie die Art ihrer Richtung angiebt, jedoch über die weitere Natur der Stösse keine Aufklärung giebt, ist vom Prof. D. Ragona in Modena angegeben. Derselbe wandelte die schon seit längerer Zeit bekannte *cuvette sysmométrique* in einen Registrirapparat um. Die Einrichtung besteht aus einer mit Quecksilber bis zu einer gewissen Höhe gefüllten Schale; dicht über dem Quecksilberniveau befinden sich acht nach den Hauptazimuthen orientirte Löcher; unter den Löchern sind auf zwei über einander liegenden Tischchen je acht Gefässe befestigt, von denen die oberen in einem engeren, die unteren in

35

einem weiteren Kreise angeordnet sind; das Ganze wird mittels Fussschrauben horizontal gestellt. Dies war im Wesentlichen die Einrichtung der alten *cuvette sysmométrique*. Fand ein Erdbeben statt, so floss bei horizontalen Stössen das Quecksilber nach derjenigen Seite aus einem oder zwei Löchern aus, nach welcher der Stoss erfolgte, und füllte die entsprechenden Gefässe; man konnte also die Richtung des Stosses hieraus ermitteln; bei verticalen Stössen wurden alle Gefässe gefüllt. Ragona verband nun, um die Zeit der Stösse zu erhalten, diese rohe Einrichtung mit einer Uhr und einem Registrirapparat. In die Gefässe wurden je zwei Drähte eingeführt, von denen der eine mit einer elektrischen Batterie, der andere mit dem Registrirapparate in Verbindung stand; wurde nun in Folge eines Erdstosses eines, oder mehrere oder alle Gefässe mit Quecksilber gefüllt, so entstand Stromschluss und der Schreibstift des Registrirapparates markirte auf einem um einen Cylinder gewickelten Papierstreifen, der in 24 Stunden eine Umdrehung vollführte, einen Punkt. Um genauere Zeitangabe zu erhalten, fügte Ragona später noch einen zweiten Schreibstift und einen zweiten Cylinder hinzu, der in einer Stunde sich einmal umdrehte.

Zwei gleichfalls rohe, aber einfach und billig herzustellende seismometrische Apparate, die *spia* (Signalapparat) *sismica* und *spia ortosismica*, rühren von J. Mensini in Florenz her; der erstere diente zum Anzeigen von Horizontal-, der zweite zum Anzeigen von Verticalstössen. Bei dem ersteren Apparate ist eine elliptische Scheibe leicht gegen den Horizont geneigt; aus ihrer Mitte erhebt sich vertical ein dünner Metallstab, auf welchem oben ein abgestumpfter Kegel, mit der kleineren Basis nach oben, derart aufgesteckt ist, dass die Spitze des Metallstabes noch etwa 2 bis 3 mm über die obere Fläche hinausragt; auf dieser Spitze balancirt eine 100 g schwere Eisenkugel. Bei dem leisesten Stosse fällt die Kugel herab, gleitet die Mantelfläche hinab, fällt auf die Fussscheibe, rollt, da diese leicht geneigt ist, nach unten, drückt dort auf eine federnde Lamelle, schliesst dadurch einen elektrischen Strom und alarmirt durch ein Glockensignal den Beobachter. Da die Mantelfläche des Cylinders berusst ist, so hinterlässt die Kugel beim Fallen Spuren, aus denen man auf die Richtung des Stosses schliessen kann. Bei starken Stössen ist nun zu befürchten, dass die Kugel über den Cylinder hinausfliegt, so dass die Richtung des Stosses sich nicht registrirt; um dieses zu verhindern, ist die Fussscheibe mit einem grösseren Ring umgeben, nach welchem zahlreiche leichte Drähte von dem die Kugel stützenden Metallstabe unterhalb des Conus ausgehen, ohne jedoch an dem Ring befestigt zu sein; bei stärkeren Stössen fällt die Kugel auf dieses Gitter, biegt die betreffenden Drähte nach unten und fällt nun auf die Fussscheibe, wo derselbe Vorgang sich, wie oben beschrieben, abspielt; aus der Lage der nach unten gebogenen Drähte ist nun wieder die Richtung des Stosses zu ersehen. Der zweite Apparat soll das Vorkommen von Verticalstössen anzeigen. Dies geschieht wieder durch das Fallen einer Eisenkugel; der Beobachter wird in derselben Weise benachrichtigt wie vorhin beschrieben. Ist der Apparat in Ruhe, so wird die Kugel von dem einen Ende eines Hebels festgehalten, an dessen anderem Ende eine verticale Spirale angebracht ist; die Einwirkung von Verticalstössen auf diese Spirale löst die Kugel aus und bringt sie zum Fallen.

Einen sehr sinnreich erdachten, aber complicirten Seismographen construirte im Jahre 1878 der Pater F. Cecchi in Florenz. Der Apparat registrirt sowohl die horizontalen und verticalen Erdschwankungen, als auch etwa auftretende rotatorische Bewegungen; die Registrirung geschieht in einer Weise, dass Beginn und Dauer der Bewegungen, sowie Richtung und Intensität der Störungen ermittelt werden

können. Die Horizontalstösse werden durch zwei Secundenpendel dargestellt, die in zwei zu einander senkrechten Ebenen, das eine Nord-Süd, das andere Ost-West schwingen; an den Pendeln sind unten Schreibstifte angebracht. Zur Registrirung der verticalen Bewegungen dient wie bei Palmieri eine vertical aufgehängte Spirale, mit welcher, senkrecht zu ihrer Längsrichtung, gleichfalls ein Schreibstift verbunden ist. Etwaige rotatorische Bewegungen werden ferner durch einen Balancier registrirt, bestehend aus einer eisernen Axe, an deren Enden schwere Bleimassen befestigt sind, die im Zustande der Ruhe durch Federn im Gleichgewicht erhalten werden; auch an dem Balancier ist ein Schreibstift angebracht. Alle vier Schreibvorrichtungen sind so angeordnet, dass jede an einer der vier Seiten eines parallepipedischen Kastens die Bewegungen des zugehörigen Organes aufschreiben kann; die Wände des Kastens sind zu diesem Zwecke mit 10 cm breiten und 40 cm langen Papierstreifen bedeckt. Der Registrirkasten gleitet durch Vermittlung einer Uhr, die durch ein conisches Pendel regulirt wird, in einer Führung senkrecht von oben nach unten. Im Zustande der Ruhe ist die Uhr arretirt; im Falle eines Erdstosses fängt ein weiteres Pendel an zu schwingen, schlägt durch einen Quecksilbertropfen, schliesst hierdurch einen elektrischen Strom und löst die bisher durch ein Hebelwerk arretirte Uhr aus; gleichzeitig tritt der Regulator in Thätigkeit und der Registrirkasten beginnt seine Bewegung, 20 cm in 30 Zeitsecunden. Nach Ablauf dieser Zeit wird der Strom automatisch unterbrochen, die Uhr arretirt und die Bewegung des Kastens aufgehoben; der Beginn der Bewegung wird ferner mit dem Stromschlusse gleichzeitig mittels des Hebelwerkes durch einen Punkt auf dem Zifferblatt der Uhr markirt. Die vier Schreibstifte zeichnen Zick-Zack-Linien auf dem Streifen auf, aus denen man, wie leicht ersichtlich, Dauer, Intensität und Richtung der Erdstösse ermitteln kann.

Zur Beobachtung und Untersuchung mikroseismischer Bewegungen dient ein von Pater T. Bertelli in Florenz construirter Apparat, der in Italien vielfache Verbreitung gefunden hat. Der Apparat, welcher vom Erfinder Tromometer genannt worden ist, hat folgende Einrichtung. Mit einer starken verticalen Wand ist eine Marmorplatte solide verbunden. An diese ist eine Messingplatte und, mit letzterer ein Stück bildend, ein hohler Messingconus verschraubt. In den Conus ragt ein Pendel hinein, das an einem gleichfalls an der massiven Wand befestigten horizontalen Arm an einer Schneide aufgehängt ist; die Pendellänge beträgt 1,5 m, die Pendelscheibe hat ein Gewicht von 100 g; das Pendel ist durch ein Gehäuse geschützt; die Pendelscheibe verlängert sich nach unten in einen kleinen Stab, der in einen Ring endigt, dessen untere Fläche einem Fadenkreuze als Fassung dient. Bei den geringsten Bodenbewegungen fängt das Pendel an zu schwingen; seine Bewegungen können durch ein total reflectirendes Prisma in einem horizontal liegenden Mikroskop beobachtet und durch ein Mikrometer gemessen werden; die Beleuchtung geschieht durch Lampe und Linse von unten her.

Von einem sehr rohen, von dem Grafen A. Malvasia in Bologna construirten seismischen Alarmapparate sei nur die originelle Art der Signalisirung erwähnt. Eine Kugel fällt bei Eintritt eines Stosses auf eine geneigte Ebene und durch ein Loch derselben auf den Hahn einer Feuerwaffe, welche hierdurch zum Losschiessen gebracht wird und den Beobachter benachrichtigt; ausserdem gab der Apparat in wenig zuverlässiger Weise die Richtung horizontaler Stösse an.

Endlich sei noch ein seismischer Apparat von P. Serpieri erwähnt, dessen Princip übrigens auch anderwärts häufige Verwendung gefunden hat und der zur



Sichtbarmachung von horizontalen Erdstössen dient; er besteht aus einem Pendel, dessen Spitze im Falle eines Stosses über einer mit Lycopodiumpulver bestreuten Marmorplatte schwingt. Zur Benachrichtigung des Beobachters ist der Apparat mit einer elektrischen Uhr verbunden.

Im Vorstehenden sind im Wesentlichen die in Italien construirten seismischen Apparate skizzirt. Sie sind fast durchweg durch die in den letzten Jahren erfundenen Seismometer und Seismographen überholt und können nicht mehr den Anspruch machen, den jetzigen Anforderungen der Wissenschaft zu genügen. Nichtsdestoweniger haben sich ihre Erfinder seiner Zeit um die Fortschritte der Seismologie Verdienste erworben, wie auch Einzelheiten der Apparate von den neueren Constructeuren adoptirt sind.

Nachtrag zu der Abhandlung: „Ueber die Pendeluhr Galilei's."

Von
Dr. W. C. L. van Schaïk in Rotterdam.

Wie mir mitgetheilt wird, findet sich nicht allein in dem von mir angeführten Briefe von Viviani (1659) und in dem englischen Katalog der Londoner Ausstellung (1876), sondern auch in Dr. E. Gerland's *Bericht über den historischen Theil der internationalen Ausstellung wissenschaftlicher Apparate in London, Braunschweig 1878, S. 21*, eine richtige Beschreibung über den Gang der Galilei'schen Hemmung.

Auch erfahre ich aus Florenz, dass es schon 1854 dem Prof. Veladini in Padua gelungen ist, nach der Beschreibung Viviani's das Echappement zu reconstruiren. Nicht lange nach dem Funde der Zeichnung (1858) wurde von Dr. Antinori ein Modell angefertigt und später haben Prof. Meucci und der Uhrmacher Porcellotti eine Uhr mit der Galilei'schen Hemmung construirt, welche sich zu Florenz befindet und regelmässig geht.

Der Zweck meiner Abhandlung war lediglich: erstens, auf die Leidener Zeichnung aufmerksam zu machen, — aus welcher ich unabhängig den Sachverhalt erkannt habe, — und aus der Vergleichung mit der Florentiner Zeichnung den Schluss zu ziehen, dass im 17. Jahrhundert wirklich ein Modell existirt hat; zweitens, durch eine einfache Construction (Fig. 5, S. 354) darzuthun, dass die Hemmung nach dem Galilei'schen Princip eine fast vollkommene ist; man findet nämlich in Fig. 5 dies Princip mit sehr kleiner Amplitude und ohne Rückwirkung ausgeführt, was beim Spindel-Echappement nicht so leicht ermöglicht wird. — Schliesslich will ich noch erwähnen, dass in der genannten Figur die cylindrische Begrenzung des Hebels *r* etwas zu klein wiedergegeben ist.

Rotterdam im November 1887.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Bericht über die Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente, Apparate und Präparate auf der 60. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Wiesbaden im September 1887.

(Schluss.)

Die Gruppe der Mikroskope zeigte in unverkennbarer Weise den Einfluss der Abbe-Zeiss'schen apochromatischen Objective. Dieser Theil der Ausstellung, sowie die mikroskopischen und mikrologischen Hilfsapparate waren noch zahlreicher vertreten wie im vorigen Jahre in Berlin; auch einige hervorragende englische Mikroskop-

Verfertiger hatten ausgestellt. R. Brünnée in Göttingen hatte ein grosses Mikroskop für feinere mineralogisch-petrographische Untersuchungen mit Modificationen nach Prof. Klein vorgeführt.. — Das Pinakoskop von R. Ganz in Zürich dient zur directen Projection mikroskopischer Präparate und ist mit Winkelspiegel nach Dreyfus zum bequemen Nachzeichnen des vergrösserten Bildes versehen. — Von dem Glastechnischen Laboratorium in Jena lagen verschiedene Proben des neuen optischen Glases in polirten Proben und rohen Bruchstücken aus. — Dr. H. Klnatsch's Radialmikrometer, von R. Magen in Berlin ausgeführt, dient zum genauen Nachzeichnen mikroskopischer oder ovaler Objecte; um das Instrument in allen seinen Eigenschaften genügend zu zeigen, waren zwei verschiedene Radialmikrometer auf zwei Mikroskopen ausgestellt, ferner die zugehörigen Zeicheneinrichtungen. — Prof. E. Schulze's Aquarium-Mikroskop, von J. Klönne & G. Müller in Berlin ausgeführt, hat seit dem vorigen Jahre einige Modificationen zur besseren Beleuchtung und zum besseren Aufsuchen des Objectes erfahren. — Das physiologische Institut der Universität Rostock zeigte ein von Aubert angegebenes und von H. Westien angefertigtes Binocular-Perimikroskop, zur Betrachtung von Embryonen und dgl. dienend; das Instrument ist mit Westien's Doppelobjectivlinsen mit gemeinschaftlichem Sehfelde (vgl. diese Zeitschr. 1887, S. 295) versehen und hat ausser der stereoskopischen Wirkung grosse Lichtstärke und Sehtiefe. — Auch die *Société genévoise* war auf dem Gebiete der Mikroskopie vertreten; sie hatte u. A. eine von Prof. Thury angegebene Objectivklemme zum raschen Wechseln der Objective ausgestellt. — Von R. Winkel in Göttingen lagen Mikroskope aus, an welchen die von ihm für den Abbe'schen Beleuchtungsapparat (vgl. diese Zeitschr. 1884 S. 426), angegebenen Modificationen angebracht waren. Derselbe Aussteller hatte den von Dr. P. Schiefferdecker angegebenen Markirungsapparat (vgl. diese Zeitschr. 1887 S. 295), sowie einen neuen Zeichenapparat vorgeführt, der zum abschnittsweisen Zeichnen von Objecten grossen Flächeninhaltes dienen soll, derart dass der schon gezeichnete Theil genau an die Bildfortsetzung anschliesst. — Eine ausgewählte Sammlung neuer Mikroskope und Mikroskop-Einrichtungen zeigte R. Zeiss in Jena. — Auf die grosse Anzahl von Mikrotomen näher einzugehen, würde uns zu weit führen, wir wollen nur die reichhaltige Collection von R. Jung in Heidelberg, die Mikrotome von A. Becker in Göttingen (Schiefferdecker's Mikrotome), G. Miehe und P. Thate in Berlin, C. Reichert in Wien, M. Schanze in Leipzig erwähnen und das Schienen-Mikrotom von Fr. Büchi in Bern, zum Schneiden harter Objecte hervorheben. — Prof. Dr. C. Cremer's beweglicher Objecttisch von Th. Ernst in Zürich ausgeführt, hat mehrfache Modificationen erfahren, von Leitz in Wetzlar, der eine Hilfsvorrichtung zum Zwecke einer leichteren Anpassung an den Tisch des Mikroskopes anwendet, und von C. Keller in Zürich, der die Mikrometerschraube weggelassen hat, um eine schnellere seitliche Verschiebung zum Absuchen ganzer Objectträger zu erzielen. — Mikrophotographische Apparate waren in reicherem Maasse vertreten als in der vorigjährigen Ausstellung; wir erwähnen die Apparate von R. Blänsdorf Nachfolger in Frankfurt a/M.. nach Dr. Stein, von E. Leitz und W. und H. Seibert in Wetzlar, von J. Klönne & G. Müller in Berlin mit eigenartiger Feineinstellung, von Fr. Schmidt & Haensch in Berlin, bei welchem durchfallende und opake Beleuchtung zur Verwendung kommt und von R. Zeiss in Jena; letzterer Apparat hat gegen früher manche Modificationen erfahren, über die wir unseren Lesern bald Näheres mittheilen zu können hoffen.

Als Leuchtquellen für mikrophotographische Apparate — auch für andere Zwecke, zur Beleuchtung bei objectiven Darstellungen an physikalischen Experimenten, bei spectralanalytischen Operationen, zur Beleuchtung von mikroskopischen Objecten — werden vielfach die Zirkonbrenner von Prof. Linnemann, (vgl. diese Zeitschr. 1886 S. 179) verwendet, so von C. Gerhardt in Bonn und Fr. Schmidt & Haensch in Berlin. O. Ney in Berlin empfiehlt zu gleichem Zwecke seine Magnesiumlampen, welche ununterbrochen und bei vollkommener Rauchabführung drei Stunden lang brennen. — Die Apparate zur Messung von Lichtquellen waren wenig vertreten; wir bemerkten nur Prof. L. Weber's Photometer, von Schmidt & Haensch in Berlin ausgeführt.

Meteorologische Instrumente waren nur in geringerer Anzahl zu sehen. Dr. J. Maurer's Sonnenscheinautograph von Th. Usteri-Reinacher (früher Hottinger & Co.) in Zürich ausgeführt, ist unseren Lesern bekannt (vgl. diese Zeitschr. 1887 S. 238); dieselbe Firma hatte einige ihrer Aneroide ausgestellt, sowie einen Aneroidbarographen; bei demselben wird die Bewegung von acht zusammengekuppelten Büchsen durch eine stählerne Spannfeder auf einen Schreibhebel übertragen, der an seinem Ende den Schreibstift trägt; die Aufzeichnungen erfolgen continuirlich auf graduirtem Papier. — W. Lambrecht in Göttingen hatte seinen Thaupunktspiegel (vgl. diese Zeitschr. 1886 S. 171) ausgestellt, J. R. Voss in Berlin eine Sammlung von Hygroskopen. — Das Metallthermometer von Gebr. Immisch in London und Görlitz, welches als Triebkraft eine gefüllte Bourdon-Röhre verwendet, soll wegen seiner Handlichkeit für klinische Zwecke viel in Anwendung kommen; die Thermometer sind mit Certificaten des *Kew Observatory* versehen; auch die in Deutschland an maassgebender Stelle mit solchen Thermometern ausgeführten Versuche haben zu überaus günstigen Ergebnissen geführt, nur lässt sich eine soweit gehende Genauigkeit wie mit guten Quecksilberthermometern damit nicht erreichen. — Hier mögen auch noch Dr. R. Hornberger's graphische Tafeln für den meteorologischen Unterricht, von Th. Fischer in Kassel ausgestellt, erwähnt werden.

Die Ausstellung der elektrischen Apparate bot eine solche Fülle neuer Instrumente und Modificationen älterer Constructionen, dass es unmöglich ist, auf Alles in dem Rahmen eines kurzen Berichtes einzugehen; wir wollen nur die folgenden Erscheinungen hervorheben. Die Firma Hartmann & Braun in Frankfurt a/M. hat bei ihren Rheostaten neuerdings einen Vorschlag Kohlrausch's (Sitzungsb. d. Kgl. bayer. Akad. d. Wissensch. 1887 S. 11) berücksichtigt, nach welchem die einzelnen Decaden getrennt und mit besonderen Verbindungsvorrichtungen versehen sind. Das nach Angaben von Prof. Braun ausgeführte Pyrometer derselben Firma besteht im Wesentlichen aus einer Wheatstone'schen Brücke, deren einer aus Platindraht gebildeter Zweig der zu messenden Temperatur ausgesetzt wird; bei Herstellung der Scale, welche die herrschenden Temperaturen direct angiebt, ist auf das Luftthermometer zurückgegangen, Temperaturen bis 1000° werden mit einer Genauigkeit von 1% gemessen. — Das Inductions-Gyroskop von E. Leybold Nachf. in Köln, nach Fenvielle, besteht aus einem mit übersponnenem Kupferdraht versehenem Galvanometerrahmen, in dessen Innerem auf einer Spitze leicht drehbare, aus Eisenblech gefertigte, rauten-, kreuz- und sternförmige Plättchen aufgestellt werden können; über dem Rahmen ist ein Hufeisenmagnet so angebracht, dass derselbe den Drahtwindungen genähert und von ihnen entfernt werden kann; verbindet man die Polschrauben des Apparates mit einem kleinen Funkeninductor, so rotiren die im Innern des Galvanometerrahmens aufgestellten Eisenplättchen; da nun Inductionsströme in diesem Falle Wechselströme sind, so wird dieselbe Erscheinung eintreten, wenn ein Batteriestrom rasch in der einen und dann in der entgegengesetzten Richtung durch die Windungen des Galvanometerrahmens gesandt wird. — C. Marstaller in Würzburg hatte Prof Kohlrausch's bekannte Federstromwage ausgestellt; dieselbe, zur Messung schwacher Ströme dienend, besteht aus einer mit etwa 13000 Windungen versehenen Drahtspule, in welche bei Durchgang des Stromes eine magnetische Nadel je nach Stärke des Stromes mehr oder weniger tief eingezogen wird; die Nadel ist mit einem Elfenbeinscheibchen versehen, welches zugleich als Dämpfer und als Index dient; im Fusse des Apparates sind zwei Nebenschliessungen angebracht, womit Ströme bis zu 1,5 Amp. gemessen werden können. — Herr Dr. M. Th. Edelmann hatte ein Mikrogalvanometer mit Scalenfernrohr, sowie ein Spiegelgalvanometer mit sehr hoher Empfindlichkeit vorgeführt, auf deren Construction wir demnächst näher einzugehen hoffen. — Die unseren Lesern bekannte elektrische Sirene von Fr. K. Weber (vgl. diese Zeitschr. 1885 S. 136) zeigte Dr. M. Hipp in Neufchâtel. — R. Röttger in Mainz brachte Magnetnadeln neuer Construction zur Anschauung, welche eine besonders hohe Empfindlichkeit gestatten. — Die Gruppe der elektro-therapeutischen Apparate war besonders reichhaltig vertreten, wie es auch bei der wachsenden Anwendung der Elektri-

cität in der Medicin erwartet werden durfte. Galvanometer der verschiedensten Constructien, theilweise in Milliampères getheilt, hatten Dr. Th. Edelmann in München, C. & E. Fein in Stuttgart, Hartmann & Braun in Frankfurt a/M., M. A. Hirschmann in Berlin, Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen u. A. ausgestellt. — Dr. G. Lehr in Wiesbaden zeigte einen von Th. Edelmann in München angefertigten Apparat zur Messung der Wärmeausstrahlung des menschlichen Körpers, im Wesentlichen aus einer Thermobatterie (Eisen-Neusilber) und einem zugehörigen Galvanometer bestehend. — Die von Dr. C. W. Müller in Wiesbaden angegebene, von C. Th. Wagner ausgeführte Untersuchungs-Elektrode hat einen Querschnitt von 1 qcm; dieselbe wird dargestellt durch den platinirten Kopf einer Schraube, deren Mutter in einen Hartgummiknopf eingelassen ist, so dass auch bei tiefem Eindrücken der Elektrode nicht mehr Gebrauchsfläche als 1 qcm vorhanden ist. — Es fehlt uns leider der Raum, um auf die Fülle des Gebotenen noch weiter eingehen zu können.

Die photographische Gruppe hatte interessante Objecte aufzuweisen, astronomische Photographien von E. v. Gothard, Photographien leuchtender Wolken von Dr. Stolze, Dr. Küstner in Berlin und O. Jesse in Steglitz, Aufnahmen von Spectren Geissler'scher Röhren von Prof. H. W. Vogel in Berlin, u. A. m. — Die Geheimcamera von R. Stirn in Berlin, (auch von Gebr. Sokol daselbst ausgeführt) dient zur unbemerkten Momentaufnahme auf Reisen; die Camera besteht aus einer kleinen leichten Metallkapsel von kreisrunder Form, welche eine für sechs Momentaufnahmen ausreichende Platte trägt; der Apparat wird verdeckt getragen und das Objectiv in Form eines Knopfes durch ein Knopfloch gesteckt; zur Aufnahme genügt das einfache Ziehen an einer Schnur. — Ungemein interessant ist der von O. Anschütz in Lissa ausgestellte sogenannte Schnellseher, welcher die durch eine Serie von Momentaufnahmen in einzelne Bilder getheilte Momente einer Bewegung nach einander vorführt und sie für das Auge wieder zu einem einzigen Bewegungsbilde zusammenstellt. Die Serienaufnahmen werden durch ein System von 24 Apparaten hergestellt, die unter einander elektrisch verbunden sind; je nach der Art der Bewegung erfolgen die 24 Aufnahmen in $^3/_4$ bis 10 Secunden. Diese einzelnen (Glas-) Bilder sind nun auf einer kreisförmigen Scheibe befestigt, welche um ihren Mittelpunkt rotirt; hierdurch passiren dieselben nach einander eine das Gesichtsfeld für den Beobachter bildende Oeffnung; jedesmal, wenn ein Bild den Mittelpunkt dieser Oeffnung erreicht hat, wird es während eines kurzen Zeitmomentes (etwa 0,0001 Secunde) beleuchtet; dies geschieht durch Entladung eines Inductionsstromes in einer hinter dem Gesichtsfelde befindlichen Geissler'schen Röhre. Da die Beleuchtungsdauer eine so überaus kurze ist, scheinen die Bilder für den Augenblick still zu stehen; das Auge empfängt so die einzelnen Bilder nach- und gewissermaassen aufeinander, und dadurch, dass die Lichteindrücke auf der Netzhaut des Auges nachwirken, vereinigen sie sich zu einem einzigen in fortlaufender Bewegung erscheinenden Bilde; die Wiedergabe der Bewegungen ist überraschend naturgetreu.

Auf die grosse Anzahl chemischer Apparate können wir nicht erschöpfend eingehen; wir wollen nur einige hervorheben. Der von W. La Coste angegebene Apparat zur Bestimmung der Dampfdichte unter vermindertem Druck lag in einer Modification von Dr. R. Anschütz und N. Evens, von C. Gerhardt in Bonn ausgeführt, vor. C. Heintz in Stützerbach i. Th. zeigte chemische Thermometer mit unverrückbarer Milchglasscale Die Gaswage von F. Lux in Ludwigshafen a. Rh. gestattet die automatische und continuirliche Bestimmung des specifischen Gewichtes von Gasen. Der Apparat zur directen Bestimmung der Kohlensäure, von O. Ostersetzer in Wien, soll eine Vereinfachung der bis jetzt zu diesem Zwecke verwandten Apparate bieten. — Den chemischen Apparaten waren diesmal die Präcisionswagen zugesellt. Unter diesen waren vertreten C. du Fais in Wiesbaden mit Analysenwagen, Th. Herzberg in Hamburg mit Wagen Bunge'scher Construction; H. Schickert in Dresden und M. Bekel in Hamburg mit Präcisionswagen neuer Ausführung. Unter den von F. Sartorius in Göttingen ausgestellten Wagen sei die hydrostatische Reisewage mit Reimann'schem Senkkörper (diese Zeitschr. 1883, S. 317) erwähnt, zur Bestimmung des specifischen Gewichtes dienend.



Die zu Vorlesungs- und Demonstrationszwecken dienenden Apparate lassen sich nicht mit aller Schärfe von den übrigen trennen und es sind manche der bis jetzt schon erwähnten Apparate auch für den Unterricht verwendbar. — Das Pinakoskop von R. Ganz in Zürich, ein vereinfachter Projectionsapparat, giebt bei leichter Behandlung gute, scharfe Bilder; der Winkelspiegel desselben Ausstellers, von Dreyfus angegeben, wirft das mikroskopische Bild auf die unter dem Apparat befindliche Tischfläche und eignet sich zur Herstellung von grossen Zeichnungen für Vorlesungen. — Hartmann & Braun's Stöpsel-Rheostate für Lehrzwecke zeigen eine einfache Anordnung der Widerstandsreihen; die neue Stromwage derselben Firma eignet sich mit ihrer verticalen Scale und ihrer vom magnetischen Meridian unabhängigen Aufstellung für Demonstrationszwecke sehr gut. — Prof. L. Pfaundler's Wellenapparat gestattet die Demonstration der Zusammensetzung von Transversalwellen mittels Hebung paralleler Stäbchen und ist neuerdings für die Zusammensetzung von mehr als zwei Wellensystemen angeordnet. Der gleichfalls von Prof. Pfaundler angegebene Demonstrationsapparat für die Fundamentalversuche der Magnetinduction besteht aus einem Magneten, an welchem der Verlauf der Kraftwellen nach Maxwell's System dargestellt ist; durch Bewegung eines linearen Leitstückes im magnetischen Felde wird der Inductionsstrom hervorgerufen und es kann gezeigt werden, unter welchen Bedingungen eine Induction eintritt. — O. Lenner in Dresden hatte einige Vorlesungsapparate, nach Geh.-Rath Prof. Toepler, ausgestellt, einen Universalapparat zur Demonstration statischer und dynamischer Gesetze, und ein Magnetometer mit Luftdämpfung, zum Nachweise der Wirkungen von Magneten auf Magnete und von elektrischen Strömen auf Magnete. — Die Firma Dr. Steeg & Reuter in Homburg war wieder mit ihren schönen Präparaten und Apparaten für mineralogische und optische Demonstrationen vertreten. — J. R. Voss hatte seine selbsterregende Influenzmaschine für den physikalischen Unterricht ausgestellt. — Das physikalische Institut der Universität Rostock zeigte einige von Prof. Matthiessen angegebene Apparate, ein Atmometer zur Messung der Geschwindigkeit aufsteigender Luftströme und eine Etagenlupe zur Demonstration der dioptrischen Wirkung der Krystallinse. — Das Vertical-Vorlesungsgalvanometer der Firma E. Leibold Nachf. in Cöln, nach Werners, ist in seiner äusseren Form dem Bourbonze'schen ähnlich; es hat eine auf sehr feinen Spitzen auf Achat ruhende astatische Magnetnadel, sowie ein doppeltes astatisches Nadelpaar, ist mit Differentialwindungen versehen und mit Vorrichtungen, die Drähte neben- und hintereinander schalten zu können; die Empfindlichkeit des Galvanometers ist eine hohe; die Nadelausschläge sind weit sichtbar.

Einen grossen Reichthum theils neuer theils verbesserter älterer Constructionen zeigte die Ausstellung der physiologischen Apparate. R. Hennig in Erlangen hat den im vorjährigen Bericht S. 390 erwähnten Rosenthal'schen Apparat für künstliche Athmung seit dem letzten Jahre wesentlich verbessert. Eine Wasserstrahlluftpumpe erzeugt in einer mit einer beweglichen Membran überspannten Dose eine Luftverdünnung und bewirkt dadurch ein Abwärtsbewegen derselben; gleichzeitig wird durch einen Hebel eine Pendelstange aus ihrer Gleichgewichtslage gebracht. Dadurch öffnet sich ein mit der Dose communicirendes Ventil, atmosphärische Luft tritt ein, die Luftverdünnung hört auf, das Pendel schwingt zurück, schliesst das Ventil und das Spiel beginnt von Neuem. An der Ventilstange ist ein zweites Ventil, welches links und rechts je zwei Schlauchstücke trägt; die linksseitigen stehen mit einer Saug- oder Druckwirkung in Verbindung, während die rechtsseitigen mittels Gummischläuchen mit der Tracheocanüle verbunden werden; durch abwechselndes Oeffnen und Schliessen des Ventils wird die Ventilirung der Pumpe bewirkt. — E. Peschel in Basel zeigte mehrere nach Angabe von Prof. Miescher von ihm construirte Apparate. Bei seinem Universalstativ für Registrirapparate legt Verfertiger besonderes Gewicht auf eine feine Schraubenvorrichtung mit Gegenfeder, mittels welcher der ganzen die Schreibapparate tragenden Säule kleine Drehungen ertheilt werden können, sodass alle Schreibhebel zugleich von der Registrirtrommel entfernt und derselben genähert, bezw. fein und sicher eingestellt werden können. In dem Apparat für künstliche Respiration communicirt das zu- und ab-

führende Luftrohr mit je einer Oeffnung in einer verticalen Metallplatte, über welcher ein mit Ausschnitt versehener Schieber luftdicht auf- und abgleitet und so diese Luftöffnungen abwechselnd schliesst und mit einander communiciren lässt. — Zur Harnanalyse finden die von Fr. Schmidt & Haensch in Berlin ausgestellten, sowohl für weisses, als auch für Natriumlicht eingerichteten Halbschatten-Polarisations-Apparate vielfache Verwendung. — Das durch seine vielfachen Verbesserungen auf dem Gebiete der physiologischen Apparate unseren Lesern (vgl. diese Zeitschr. 1884 S. 79. 1885 S. 15, 196. 1887 S. 52) schon bekannte physiologische Institut der Universität Rostock hatte wieder eine Reihe seiner schönen von Prof. Aubert angegebenen und von H. Westien ausgeführten Apparate ausgestellt, aus denen wir nur das Decimalmanometer zur Blutdruckaufzeichnung hervorheben wollen; das eine Schenkelrohr des Manometers, welches durch Zinnrohr mit dem Blutgefässe verbunden ist, hat einen 10mal so grossen Querschnitt als das ausgeschliffene Schenkelrohr, in welchem sich der Schwimmer bewegt. Die Höhe des weiten Rohres ist so gewählt, dass der Inhalt des letzteren demjenigen des engen Rohres entspricht; das Manometer giebt den Blutdruck nahezu in Millimeter Quecksilber an und bedarf nur die halbe Quecksilbermenge eines gewöhnlichen Manometers. — Pflanzenphysiologische Apparate nach Prof. Pfeffer hatte P. Albrecht in Tübingen vorgeführt, einen grossen Klinostaten mit Flügelregulator, Apparate zum Registriren des Wachsthums sowie des Saftausflusses von Pflanzen, sowie die zugehörigen Nebenapparate. Derselbe Aussteller zeigte ferner ein Myographion mit constanter Federspannung nach Prof. P. Grützner, so dass, wenn der sich verkürzende Muskel die Feder dehnt, diese doch mit constanter Spannung an dem Muskel zieht; dies wird dadurch erreicht, dass die spannende Feder unter einem spitzen Winkel an den Hebel ansetzt, welcher vom Muskel gehoben wird; die Zunahme der Spannung, welche die Feder in Folge stärkerer Drehung annimmt; wird auf diese Weise compensirt durch die immer ungünstiger werdende Lage am Hebel. Ein einfacher gleichfalls von Prof. Grützner angegebener Apparat zum Markiren von Zeitsecunden dürfte sich wegen seiner Billigkeit empfehlen; bei demselben lässt man aus einer passend zugespitzten Röhre Wassertropfen unter constantem Drucke auf eine kleine Trommel fallen, welche mit einer Marey'schen Zeichentrommel in Verbindung steht; der constante Druck wird durch eine Mariotte'sche Flasche erhalten. Erwähnt sei noch der nach Angaben von Dr. Hürthle von Albrecht construirte Apparat zur Bestimmung des Blutdruckes. — Der von G. Himmel in Tübingen nach Prof. Grützner ausgeführte Apparat zur Bestimmung der absoluten Muskelkraft gestattet die absolute Kraft kleinerer Muskeln von den verschiedensten Anfangsspannungen aus zu messen; ein auf langem Hebelarm verschiebbares Laufgewicht spannt den Muskel in einem bestimmten Grade; werden nun schwerere Gewichte an den Hebel gehängt, so spannen diese den Muskel erst dann, wenn er einen Ausschlag durch seine Zusammenziehung ein wenig lüftet. — W. Petzold in Leipzig hatte ausser einer Reihe von Versuchs- und Vorlesungsapparaten des physiologischen Institutes in Leipzig, Sphygmographen, einen vertical stehenden Schlitteninductions-Apparat, Capillar-Elektrometer u. s. w. eine Contactuhr mit Zeitmarkirungsapparat ausgestellt; bei derselben ist an Stelle des Zifferblattes ein Brett mit drei Quecksilbernäpfchen angeschraubt; beim Gange des Pendels tauchen die Platinstifte eines Hebels abwechselnd rechts und links in die Quecksilbernäpfe ein; das Pendel ist auf halbe Secunden abgestimmt und kann durch Schaltung jede halbe oder ganze Secunde Contact geben. — Hier mag auch noch das Audio- oder Sonometer, von E. Leybold's Nachfolger in Cöln ausgeführt, Erwähnung finden, eine Vorrichtung, um die Feinheit des Gehöres mit grösster Genauigkeit zu bestimmen. Der Apparat besteht im Wesentlichen aus einem in zwei Böckchen ruhenden getheilten Stabe, der drei Inductionsspulen trägt; die linke ist fest mit dem Stabe verbunden; die mittlere, identisch mit der ersteren ist verschiebbar; die dritte rechts befindliche Rolle ist bedeutend kleiner als die beiden anderen und sitzt ebenfalls fest auf dem Stabe; die erste Rolle ist in den Stromkreis einer Batterie eingeschlossen, in welchem sich ausserdem noch ein Mikrophon befindet, auf dessen Resonanzkästchen eine Uhr ruht; die zweite Spule wird mit einem Telephon verbunden; die

beiden äusseren Rollen sind derartig mit einander verbunden, dass sie entgegengesetzte und in Folge ihrer ungleichen Drahtlängen sehr ungleiche Wirkungen auf die verschiebbare Spule ausüben; befindet sich letztere im Mittelpunkte der Scale, so schweigt das Telephon; je mehr die Spule langsam nach links verschoben wird, desto vernehmbarer wird das Ticken der Uhr. —

Von der Fülle ophthalmologischer Apparate wollen wir nur die folgenden hervorheben. A. Heidrich in Breslau zeigte den von Prof. L. Weber erfundenen Raumwinkelmesser (vgl. diese Zeitschr. 1884 S. 343, 417), der zur indirecten Helligkeitsbestimmung in Zimmern dient; drei Modelle dienten ausserdem zur Erklärung des Raumwinkels; das eine zeigte, wie der Raumwinkel durch ein gegenüber liegendes Haus verkleinert wird, die beiden anderen geben eine Anschauung der stereometrischen Verhältnisse des für die Beleuchtung sehr wichtigen Raumwinkels von 50 Quadratgraden. — C. A. Steinheil Söhne in München brachten ihre sogenannten panorthischen Monocles zur Anschauung; dies sind Fernröhrchen in ganz leichter Aluminiumfassung mit 16 mm Oeffnung und einer Länge von 28 mm, im Gewicht von 14 g pro Stück, welche ein sehr grosses Sehfeld (20°) und scharfe ebene Bilder bei etwa 1,6 maliger Vergrösserung geben; sie sind hauptsächlich für Fälle bestimmt, in denen nicht volle Sehschärfe vorhanden ist, entweder weil das Auge solche nicht zulässt oder weil es unvollständig corrigirt ist; bei mangelhafter Sehschärfe wirkt ein solches Fernröhrchen, das die Brennweite des für das betreffende Auge nothwendigen Brillenglases besitzt, durch die Vergrösserung erhöhend auf die Sehschärfe; für Fälle, in welchen constant eine Brille getragen wird, die den Fernpunkt nicht vollständig corrigirt, kann durch ein solches Fernröhrchen mit der Brennweite des ergänzenden Brillenglases der Fernpunkt unter Erhöhung der Sehschärfe corrigirt werden. — Dr. Seggel in München hatte ein doppelrohriges metrisches Optometer zur raschen gleichzeitigen Bestimmung der Refraction und Sehschärfe, sowie auch des Astigmatismus ausgestellt; dasselbe besteht aus zwei Röhren, welche durch eine Zahnstange mit einander verbunden sind und durch eine Schraube einander genähert oder von einander entfernt werden können, das ganze Instrument wird wie ein Opernglas vor die Augen gehalten; das eine Rohr ist blind, während das andere den Messapparat enthält, bestehend aus einem Ocularrohre, welches durch einen Trieb eingestellt werden kann, und auf welchem eine in ganze und halbe Dioptrien getheilte Scale angebracht ist.

Von denjenigen in der Ausstellung vertretenen Apparaten, welche speciellen wissenschaftlichen Untersuchungen oder praktischen Zwecken dienen, seien die folgenden genannt: Dr. C. Fröhlich in Aschaffenburg hatte einen Seismographen ausgestellt; ein an dünnem Faden aufgehängtes schweres Pendel, sowie ein durch Federkraft balancirter horizontaler Hebel, werden durch den Erdstoss, je nach seiner Richtung, Contactfedern genähert; dadurch wird ein Stromkreis geschlossen und auf elektromagnetischem Wege die stattgehabte Erschütterung durch herabfallende Signalscheiben angezeigt; gleichzeitig wird durch ein Läutewerk der Beobachter alarmirt; der Apparat zeigt die Zeit des ersten Stosses an, von welcher Richtung er kam, sowie ob eine Hebung oder Senkung des Bodens stattgefunden hat; der Hauptapparat kann isolirt von den Signalvorrichtungen in einem gegen alle künstlichen Erschütterungen gesicherten Gebäude untergebracht werden. — C. & E. Fein in Stuttgart hat seinem elektrischen Wasserstandsanzeiger mit Registrirvorrichtung eine theilweise neue Anordnung gegeben. Der Apparat liefert fortlaufende Aufzeichnungen über die Höhe des Wasserstandes eines Hochreservoirs, von Ebbe und Fluth, kann aber auch, nach entsprechender Abänderung, zur Controle physikalischer Erscheinungen oder für meteorologische Registrirungen mit Vortheil verwendet werden. Die neue Anordnung der Registrirvorrichtung liefert eine deutliche, scharf abgegrenzte Marke. Die Handhabung des Apparates beim Auswechseln des Papieres ist einfach, so dass diese Arbeit rasch vorgenommen werden kann und keine längere Unterbrechung der Aufzeichnungen stattfindet. Prof. Dr. E. Selling's neue Rechenmaschine giebt die Möglichkeit automatischer Copirung aller End- und Zwischenresultate und eingeführten Zahlen; neu ist ferner die Art der

Bildung der Theilproducte und der Zehnerübertragung. Der neuen Rechenmaschine steht vielleicht eine grosse Zukunft bevor, wenn einige Einzelheiten der Construction noch mehr durchgearbeitet sein werden (vgl. das vorige Heft, S. 403). — Der Planograph von Chr. Schröder in Frankfurt a/M. dient zur raschen Terrainaufnahme; während des Begehens des Terrains soll der Apparat dasselbe auf mechanischem Wege in beliebig stellbarem Maassstabe zwischen 1 : 2000 bis 1 : 25000 zu Papier bringen, während gleichzeitig alle Linien zum magnetischen Meridian orientirt werden. — Dr. A. Dronke in Trier hatte seinen älteren Ellipsenzirkel sowie die neueren patentirten Kegelschnittzirkel ausgestellt. Der erstere besteht aus drei Schenkeln, von denen zwei in feste Lage zu einander gestellt werden können und in die Brennpunkte jeder zu zeichnenden Ellipse gebracht werden, während der dritte Schenkel gedreht wird und die Ellipse zeichnet. Der Kegelschnittzirkel besteht aus zwei Schenkeln, von denen der eine so gestellt werden kann, dass er seine verticale Lage während des Zeichnens nicht ändert; der zweite Schenkel trägt die Ziehfeder und berührt bei der Umdrehung stets den Rand einer Kreisscheibe, deren Centrum immer in die Axe des festen Schenkels fällt, sonst aber in beliebiger Lage festgestellt werden kann; je nach Stellung derselben beschreibt die Feder eine Ellipse, Hyperbel oder Parabel. — Dr. Hilgendorf's, von E. Sydow in Berlin ausgeführter Auxanograph zum Nachzeichnen kleiner, naturhistorischer Objecte ist unseren Lesern bekannt (vgl. diese Zeitschr. 1882 S. 459 und 1887 S. 290). — Aehnlichen Zwecken dient die von H. Westien in Rostock nach Angabe von Prof. E. Schulze in Berlin ausgeführte Doppellupe; sie gestattet ein deutliches Sehen plastischer Gegenstände mit beiden Augen in 6 bis 10 facher Vergrösserung; jede Hälfte kann für sich dem betreffenden Auge angepasst werden.

Der vorstehende kurze Bericht wird denjenigen Lesern, welche die Ausstellung nicht selbst haben sehen können, einen ungefähren Begriff von der Reichhaltigkeit derselben gegeben haben, sowie von den Fortschritten, welche auch im vergangenen Jahre die wissenschaftliche Technik wieder gemacht. Wir hoffen zuversichtlich, dass wir auf der nächstjährigen Ausstellung wieder zahlreichen neuen Erscheinungen und Verbesserungen begegnen werden.

Referate.

Beobachtungen mit der Toepler'schen magnetischen Wage.

Von J. Freyberg. *Wied. Ann. N. F. 25. S. 511.*

Man hat seit vielen Jahren Magnetstäbe, welche nach Art der Wage auf Schneiden schwingen, als Variations-Instrumente für die Verticalcomponente des Erdmagnetismus in Verwendung, (Lloyd's Wage), doch zur absoluten Messung wurden derartige Einrichtungen früher nie verwendet. Vor einigen Jahren hat indess Prof. Toepler in den *Sitzungsberichten der K. Preuss. Akademie der Wissenschaften 1883* eine Einrichtung der Wage beschrieben, welche zu diesem Zwecke dient und deren Princip folgendes ist.

Die Tragsäule einer gewöhnlichen Wage sei sammt dem Glasgehäuse um eine verticale Axe drehbar; die Drehungen können an einem horizontalen Theilkreise abgelesen werden. Die Lager für die Mittelschneide seien genau horizontal gestellt und die Endschneiden und Mittelschneide fallen in eine Ebene. Dementsprechend mögen in dem theoretischen Schema der Wage die Bestandtheile: Balken, Mittelschneide und Zeiger, als drei zu einander senkrechte starre Linien gedacht sein. In der Mitte des Balkens sei ein Magnet so befestigt, dass die Projection seiner Axe auf diejenige Ebene, welche Balken und Zeiger enthält, mit letzterem einen kleinen Winkel α bilde. Die Componente des magnetischen Momentes nach der Richtung der bezeichneten Projection sei M'. Sei ferner die Schwingungsebene in die Ebene des magnetischen Meridianes eingestellt und endlich das System durch Belastungen Q_0 und Q_1 der Endschneiden so in Gleichgewicht gebracht,

dass der Balken nahe horizontal unter dem kleinen Winkel γ einspielt, so gilt für das Gleichgewicht folgende Gleichung:

$$1)\quad Q_0\, l_0 \cos\gamma + B a \sin(\beta + \gamma) + V M' \sin(\alpha + \gamma) + H M' \cos(\alpha + \gamma) = Q_1\, l \cos\gamma.$$

Hierin bedeuten V und H die beiden Componenten des Erdmagnetismus, B das Gewicht des Balkens sammt Magnet, a den Abstand des Schwerpunktes der fest verbundenen Bestandtheile von der Mittelschneide, β den Winkel, welchen die Verbindungslinie des Schwerpunktes und der Schneide mit der Zeigerrichtung einschliesst, l_0 und l die Längen der Wagebalkenarme. Die Grössen Q_0, Q_1 und B sind auf absolutes Maass bezogene Schwerkräfte.

Dreht man die Wage um 180° um die verticale Drehungsaxe, so ändert sich mit Bezug auf das System nur das Vorzeichen des Drehungsmomentes von H. Lässt man das Gewicht Q_0 ungeändert, so kann durch ein entsprechendes Gewicht Q_2 der Wagebalken unter demselben Neigungswinkel γ abermals zum Einspielen gebracht werden; dann ist:

$$2)\quad Q_0\, l_0 \cos\gamma + B a \sin(\beta + \gamma) + V M' \sin(\alpha + \beta) - H M' \cos(\alpha + \gamma) = Q_2\, l \cos\gamma.$$

Durch Verbindung von 1) und 2) ergiebt sich

$$H M' \cos(\alpha + \gamma) = \tfrac{1}{2}(Q_1 - Q_2)\, l \cos\gamma.$$

Fällt die magnetische Axe des Magnetstabes in die Schwingungsebene, steht also der Magnet vertical, so ist

$$M' = M \quad \text{und} \quad H M (\cos\alpha - \sin\alpha \operatorname{tg}\gamma) = \tfrac{1}{2}(Q_1 - Q_2)\, l.$$

Je kleiner α ist, desto mehr verschwindet der Einfluss von γ. Beträgt α weniger als 10 Minuten, so wird mit grosser Annäherung:

$$3)\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ H M = \tfrac{1}{2}(Q_1 - Q_2)\, l,$$

selbst wenn γ mehrere Grade beträgt.

Die Länge des Armes l, an welchem die Bestimmung von $Q_1 - Q_2$ vorgenommen wird, ergiebt sich aus der Entfernung der Endschneiden und dem in bekannter Weise ermittelten Verhältniss $l_0 : l$. Obzwar die Verticalcomponente V aus dem Resultat der Doppelwägung, 3) verschwindet, so übt sie doch einen Einfluss aus und zwar auf die Empfindlichkeit. Man erhält leicht aus 1) oder 2) eine Näherungsformel für die Drehung der Wage δ, die durch eine kleine Gewichtszulage Δ hervorgebracht wird. Es ist

$$4)\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ \operatorname{tg}\delta = \frac{l\Delta}{B a \cos\beta + V M}.$$

Aus dieser Gleichung ersieht man leicht, dass eine Verminderung von V (wie dies z. B. durch steigende Temperatur bewirkt wird) eine grössere Empfindlichkeit zur Folge hat.

Um die Schwingungsebene in den magnetischen Meridian zu stellen, bringt man die Wage in irgend einem Azimuth durch Gewichte zum Einspielen und dreht sie so lange, bis sie ohne Aenderung der Belastung wieder einspielt. Die Halbirung des Drehwinkels ergiebt die Meridianstellung.

In der beschriebenen Weise fand Professor Toepler am 1. September 1883:

$$Q_1 - Q_2 = 178{,}86 \quad \text{und} \quad Q_1 - Q_2 = 178{,}77.$$

Die Ablenkungen an einer Spiegelbussole in der ersten Hauptlage ergaben die Ablenkungswinkel:

$$\varphi = 4°\ 13'\ 10'' \qquad \varphi = 4°\ 13'\ 0'',$$

woraus folgt:

$$H = 1{,}8285 \qquad H = 1{,}8286.$$

Die Berechnung von H geschah nach den Formeln:

$$H M (1 + k) = \tfrac{1}{2}(Q_1 - Q_2)\, l\, g,$$

und:

$$\frac{M}{H}\left(1+\frac{\varkappa}{r^2}\right)=\frac{1}{2}\,r^3\,(1+\Theta)\,\mathrm{tg}\,\varphi.$$

Hierin haben die beiden Q die Bedeutung von Massengrössen; der bei der Wägung durch die Verticalintensität inducirte Magnetismus ist durch die Correction k berücksichtigt; $\varkappa$ ist die Constante des zweiten Gliedes der Ablenkungsbeobachtung und wird aus Beobachtungen in verschiedenen Abständen oder aus gewissen Beobachtungen über die Lage der Pole in dem Magneten bestimmt; unter r wird der mittlere Abstand des Magneten vom Magnetometer verstanden. Zur numerischen Berechnung dienten die folgenden Grössen:

k	=	0,00877
$\varkappa$	=	20669,74
g (für Dresden)	=	9809,81
Θ (Torsionsverhältniss) .	=	0,00129
l (Länge des Hebelarms)	=	124,95 mm.

Ueber die Anwendung der Methode der Wägung zur Bestimmung der verticalen Componente bemerkt Professor Toepler am Schlusse der oben erwähnten Abhandlung folgendes: „Dass für die Bestimmung der verticalen Componente des Erdmagnetismus ein ähnliches Wägungsverfahren eingeschlagen werden kann, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Man benutzt, wie beim Wild'schen Variationsinstrumente (Lloyd'sche Wage. D. Ref.) einen in horizontaler Lage auf einer Schneide spielenden Magneten, welcher jedoch mit Schalen zu versehen ist. Die Einflüsse der Horizontalintensität werden dadurch beseitigt, dass die Wägungen bei westöstlicher Stellung des Magneten stattfinden. In die Doppelwägung tritt an Stelle der Umdrehung die Ummagnetisirung des Magneten ein, welche mittels einer Spirale nöthigenfalls ohne Zerlegung des Instrumentes bewerkstelligt werden kann. Das Product $(Q_1 - Q_2)\,l$ misst die Grösse $V(M_1 + M_2)$, unter M_1 und M_2 die im Allgemeinen verschiedenen magnetischen Momente vor und nach dem Ummagnetisiren verstanden. Das Verhältniss dieser Momente kann gleichzeitig mit den Wägungen aus der Wirkung auf ein in der Richtung des Balkens aufgestelltes Magnetometer erkannt werden, zu welchem Zwecke die Wage um die verticale Axe drehbar zu machen ist."

Nach der Ansicht des Referenten würde es zweckmässiger sein, den Magneten um eine der Mittelschneide entsprechenden Axe drehbar zu machen, so dass man denselben Magnet einmal in verticaler Lage zur Messung von MH, das andermal in horizontaler Lage zur Bestimmung von $(M + M_1)\,V$ benutzen kann.

Ist nämlich die Messung von MH vollführt, und kann der Magnet parallel zum Wagebalken gestellt werden, so ist das magnetische Moment bei der ersten Wägung zur Bestimmung von MV dasselbe, also M; die Doppelwägung ergiebt dann:

$$(M+M_1)\,V = M\,V\left(1+\frac{M_1}{M}\right)=a.$$

Da aber $\quad MH = b,$

so erhielte man in einfacher Weise

$$\mathrm{tg}\,i=\frac{V}{M}=\frac{a}{b},$$

und hätte ausserdem nicht nöthig, M_1 oder M_2 wie dies Prof. Toepler meint, durch Vergleich mit einem Magneten von bereits bekanntem Moment zu bestimmen.

Die Toepler'sche Wage, die inzwischen einige Umänderungen erfahren hat, — namentlich wurde an ihr eine Spiegelablesung angebracht — benutzt Herr J. Freyberg nun zu einigen ergänzenden Beobachtungen, deren Resultate in Kürze angeführt werden sollen.

Prof. Toepler hatte in seiner Abhandlung erwähnt, dass seine Wage die Eigenschaft eines Declinationsvariometers besitzt, falls man die Schwingungsebene senkrecht zum Meridian stellt und das vorher äquilibrirte Instrument sich selbst überlässt. Wenngleich die Wage für diesen Zweck nicht bestimmt ist, so sind solche Beobachtungen doch geeignet, über die

Einstellungssicherheit Aufschluss zu geben. Bezeichnet $d\varphi$ eine kleine Declinationsänderung, dA die mit Fernrohr und Scale beobachtete gleichzeitige Aenderung des Wagenstandes in Scalentheilen, e denjenigen Ausschlag der Wage, der durch eine Zulage von 1 mg hervorgebracht wird, so ist:

$$\frac{dA}{d\varphi} = \frac{1}{2}(Q_1 - Q_2)\,e.$$

Es sind demnach die Variationen des Wagenstandes und der Declination einander proportional, indem e wesentlich nur mit der Temperatur sich ändert, wie dies früher erörtert worden ist.

Das hier Gesagte bestätigen die Beobachtungen, indem aus diesen

$$dA = 0{,}3553\,d\varphi$$

sich ergiebt, während die Rechnung mit $Q_1 - Q_2 = 151{,}195$ mg und $e = 16$

$$dA = 0{,}3516\,d\varphi$$

ergab.

Rechnet man nach dieser Gleichung die Aenderung dA, so stimmt sie mit der beobachteten fast genau überein; der mittlere Unterschied beträgt blos 0,1 Scalentheil oder in Gewicht $^1/_{160}$ mg. Da das Product MH (M das magnetische Moment des Magnetstabes, H die Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus) in Milligrammen durch $^1/_2 \cdot 151{,}195$ gemessen wird, so lässt sich schliessen, dass, wenn die Wage in der Meridianstellung des Balkens äquilibrirt und sich selbst überlassen werden würde, eine Veränderung von H ven $^1/_{12000}$ ihres Werthes zu erkennen sein würde. Dieses Resultat zeigt, dass die Wage hinsichtlich ihrer Beweglichkeit sehr strengen Anforderungen entspricht.

Die Genauigkeit der Einstellung in die Meridianlage untersuchte Herr Freyberg, indem er einige Male nach einander diese Lage aufsuchte. Die erhaltenen Resultate stimmen so gut überein, dass man wohl behaupten kann, die Einstellung in den Meridian besitze eine viel grössere Genauigkeit, als sie für den beabsichtigten Zweck nöthig ist. Einige zur Bestimmung von MH ausgeführte Wägungen zeigen eine sehr gute Uebereinstimmung, denn die grösste Abweichung vom Mittel beträgt etwa 0,02 mg, also $^1/_{8000}$ der zu wägenden Grösse.

Die über die Empfindlichkeit der Wage angestellten Versuche zeigten, dass bei einer Belastung von 576 bis 577 mg die grösste Abweichung vom Mittel (0,3 Scalentheile) $^1/_{57}$ mg ausmacht. Der Einfluss dieser relativ unsicheren Bestimmung der Empfindlichkeit ist trotzdem gering, weil nur Bruchtheile von Milligrammen damit zu bestimmen sind; unter ungünstigen Umständen könnte dadurch bei der Doppelwägung ven MH ein Fehler von $\pm\,^1/_{8000}$ entstehen.

Um die Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Temperatur zu constatiren, wurde das Beobachtungslocal im Laufe eines Tages auf verschiedene Temperaturen gebracht, welche an einem im Wagekasten angebrachten Thermometer abgelesen wurden. Es zeigte sich, wie dies aus Gleichung 4) hervorgeht, dass mit zunehmender Temperatur auch die Empfindlichkeit grösser wurde. Die Zunahme der Empfindlichkeit für 1° betrug im Mittel 0,4 Scalentheile ($^1/_{40}$ mg). *J. Liznar.*

Ein Luftthermo- und Luftbarometer.

Von Prof. A. Steinhauser. *Repert. d. Phys.* **23.** *S. 411.*

Ein an dem einen Ende offenes Thermometerrohr der gewöhnlichen Form wird mit einem Quecksilberindex versehen, dessen Länge so gewählt ist, dass durch verschiedene Neigung dieses als Luftthermometer primitiver Art fungirenden Apparates der variable Einfluss des Luftdruckes für alle möglichen Fälle compensirt werden kann. Zu diesem Zwecke ist das Rohr, um eine horizontale Axe drehbar und mittels einer Flügelschraube festklemmbar, an einem vertical stehenden Brette angebracht, das seinerseits mit einem durch Dosenlibelle und Fussschrauben horizontal zu stellenden Grundbrette fest verbunden ist; bei der Drehung bewegt sich das mit Index versehene Rohr über einem empirisch

getheilten Kreisbogen. — Ist nun das Luftthermometer bei einem angenommenen mittleren Luftdrucke in horizontaler Lage graduirt, so muss, wenn der Luftdruck ein anderer geworden ist und die Angaben des Thermometers richtig sein sollen, das Rohr um einen Winkel α geneigt werden, der aus der Gleichung: $\sin \alpha = {}^{m}/_{n}$ berechnet werden kann, wo m die Differenz des herrschenden Luftdruckes von dem angenommenen mittleren und n die auf $0°$ reducirte Länge des Index, beides in Millimetern ausgedrückt, ist. Nimmt man den Luftdruck als unbekannt an, so kann derselbe am Instrument abgelesen werden, wenn man mit Hilfe eines Quecksilberthermometers die Temperatur bestimmt.

Verf. behandelt die Theorie des Instrumentes, welches im Principe mit dem als Zimmerbarometer hier und da benutzten *„Baromètre absolu de MM. Hans et Hermarg"* übereinstimmt, mit einer vielleicht zu weit gehenden Gründlichkeit. Die Verwendung als Thermometer denkt er sich allerdings auf diejenige als Demonstrations-Object beim Unterrichte beschränkt. „Bei der Verwendung als Barometer hingegen gewährt dasselbe einige Vortheile, welche die Möglichkeit einer vielfachen Anwendung in der Praxis nicht unwahrscheinlich erscheinen lassen. — Ob dem Instrumente nicht auch eine geeignete Form für Höhenmessungen gegeben werden kann, wird die Zukunft lehren." *Sp.*

Ueber ein transportables Barometer.

Von K. Krajewitsch. *Repert. d. Phys.* **23.** *S. 339.*

Verfasser liefert an obiger Stelle eine ausführliche Beschreibung seines Barometers, weil die bisherigen (die erste im Nov. 1877 im Journal der russischen physikal.-chemischen Gesellsch. zu St. Petersburg) nur in russischer Sprache erschienen sind, und in letzter Zeit noch eine Verbesserung des Barometers stattgefunden hat.

Das Princip wird mit Hilfe beistehender schematischen Figur leicht erkannt werden. Zur Füllung des gut ausgetrockneten Glas-Apparates giesst man trockenes Quecksilber zunächst direct in den kurzen Schenkel a und alsdann mit Hilfe eines Trichters und eines 40 cm langen auf q aufgesetzten Kautschak-Schlauches. Hierbei wird das Barometer geneigt (in dem man a nach rechts dreht), bis schliesslich das Quecksilber den ganzen Raum erfüllt und bei g auszutreten beginnt. Die Spitze g wird nun zugeschmolzen, der Hahn r geschlossen, und das darüber befindliche Quecksilber durch Umkehren des Apparates entfernt. Ist letzterer wieder in die aufrechte Lage gebracht, so wird der Hahn r geöffnet. Das in b sich bildende Vacuum ist aber zunächst noch unvollkommen; neigt man jedoch den Apparat, so wird durch das von b über c nach d übertretende Quecksilber der Rest von Luft in den Raum über d getrieben. Zur Sicherheit ist diese einfache Manipulation mehrere Male zu wiederholen. Zum Transport neigt man das Barometer, bis aller Raum mit Quecksilber gefüllt ist, und schliesst den Hahn r.

„Der wesentlichste Theil der Anfertigung des Apparates besteht im Reinigen und Trocknen desselben: Wenn die Röhre rein und trocken ist, so kann man ein beinahe vollkommenes Vacuum erzielen, — jedenfalls ein vollkommeneres, als es in denjenigen Barometern der Fall ist, welche mit zum Sieden gebrachten Quecksilber gefüllt werden." Wenn man sich mit Resultaten begnügt, deren Fehler $^{1}/_{10}$ mm nicht überschreitet, so reicht es zur Reinigung aus, durch das noch geradlinig gestreckte Röhrensystem heisse Poggendorff'sche Flüssigkeit (welche zur Füllung von galvanischen Elementen gebraucht wird) hindurchzutreiben und nach Ausspülung mit destillirtem Wasser mit Hilfe eines Chlorcalcium-Rohres zu trocknen. Um grössere Genauigkeit zu erzielen, muss man das Austrocknen mit Hilfe der Quecksilber-Luftpumpe bewerkstelligen; das Verfahren wird vom Autor genau erläutert.

Diese Barometer werden unter Anderen von den Mechanikern O. Richter und Frantzen in St. Petersburg angefertigt. *Sp.*

Apparat zur fractionirten Destillation unter vermindertem Druck.

Von L. Meyer. *Chem. Ber.* **20.** *S. 1833.*

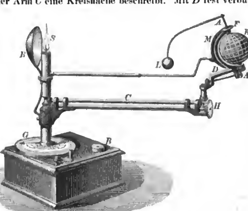
Verfasser beschreibt den nebenstehend gezeichneten Apparat, bei dem das Destillat keine Hähne zu passiren hat und daher der Verunreinigung durch ein Schmiermittel nicht ausgesetzt ist. In A wird der absteigende Kühler mittels eines Stopfens eingesetzt, an B der Kolben, welcher das Destillat aufnehmen soll. Das Rohr C ist oben mittels eines weichen Korkes luftdicht und vertical verschiebbar in dem Apparat eingesetzt; sein unteres Ende ist in der Verengung der Röhre B eingeschliffen. Die beiden Röhrenenden D und D' sind durch Schläuche mit einem T-Rohr verbunden, von dem ein Schlauch zur Luftpumpe führt. Die doppelt durchbohrten Hähne E und E' gestatten das Innere des Apparates entweder mit dem T-Rohr oder mit der äusseren Luft zu verbinden. Während des Destillirens stellen beide Hähne die Verbindung mit dem T-Rohr, bezw. der Luftpumpe her; das Rohr C ist etwas emporgezogen, sodass das Destillat aus dem Kühler durch B in den angesetzten Kolben fliesst. Soll dieser gewechselt werden, so wird B durch Niederdrücken von C abgesperrt, dann durch den Hahn E Luft eingelassen, während durch E' fortwährend evacuirt wird und das Destillat sich oberhalb der Schliffstelle ansammelt. Nachdem ein neuer Kolben angesetzt ist, wird er durch langsames Drehen von E mit der Luftpumpe verbunden und schliesslich C wieder etwas in die Höhe gezogen. *Wgsch.*



Neuerung am Tellurium.

Von E. Ducretet und Co. in Paris. *Journ. de Physique élément.* **2.** *S. 203.*

Bei dem nebenstehend skizzirten, von Ducretet nach den Angaben von Girod construirten Tellurium führt die Erde E eine excentrisch kreisförmige Bewegung um die Sonne S aus, indem der Arm D seiner ursprünglichen Lage fortwährend parallel bleibt, während der Arm C eine Kreisfläche beschreibt. Mit D fest verbunden ist der halbkreisförmige Bügel, welcher der Erdaxe AA zur Führung dient, so dass diese ebenfalls bei ihrer fortschreitenden Bewegung sich selbst immer parallel bleibt. Das Zeitintervall zwischen zwei Durchgängen eines Ortes der Erdkugel unter dem durch diesen Bügel dargestellten Meridian entspricht der Dauer eines Sterntages, der eines Sonnentages dagegen das Intervall zwischen zwei Durchgängen unter dem durch den Metallbogen M repräsentirten Meridian, welcher durch eine in einer Röhre verschiebbare Stange in der Richtung nach der Sonne erhalten wird. Die Bewegung des Mondes L, dessen Verbindung mit der Erdaxe aus der Figur ersichtlich ist, wird von Hand ausgeführt. Auf der oben an M befestigten kleinen Scheibe F sind die Phasen angegeben, welche den verschiedenen Stellungen des Mondes zur Sonne und Erde entsprechen, z. B. auf der der Sonne zugekehrten Stelle Neumond, ihr gegenüber Vollmond u. s. w. Der horizontale Kreis G trägt eine Theilung nach den Jahreszeiten, ferner nach Monaten und Tagen, nach den Zeichen des Thierkreises, sowie eine Gradtheilung und Angabe der Aequinoctien und Solstitien.



Ein mit der Hauptaxe des Apparates verbundener Zeiger weist nach der Richtung, in welcher die Sonne von der Erde aus gesehen wird. *H* ist ein mit einem Stundenzeiger versehenes Zifferblatt. Die Bussole *B* dient zur Orientirung des Apparates. Die übrigen Theile, wie der Reflector *R*, lassen sich unmittelbar aus der Figur erkennen und zeigen auch keine wesentlichen Eigenthümlichkeiten. Dem Apparate ist in einer kleinen Broschüre eine Anleitung zu seinem Gebrauch für die Veranschaulichung so mannigfacher Naturerscheinungen beigegeben. *Kn.*

Neu erschienene Bücher.

Die Brillen, das dioptrische Fernrohr und Mikroskop. Von **Dr. C. Neumann.** Ein Handbuch für praktische Optiker. 256 S. m. 60 Abb. Wien, Hartleben. M. 4,00.

Das vorliegende Werk dürfte seinem Zwecke, ein Handbuch für den praktischen Optiker zu sein, in keiner Weise genügen. Es enthält viele Lücken, fehlerhafte Angaben und unrichtige Auffassungen, durch die der praktische Optiker, der aus ihm Belehrung schöpfen will, nur verwirrt und irre geführt wird. Ein Buch wie das vorliegende ist eher geeignet, das von vielen Praktikern gegen die Theorie gehegte Misstrauen zu nähren, anstatt dasselbe zu vermindern. Eine eingehende Besprechung aller Mängel und Fehler des Werkes würde zu weit führen, doch will ich einige charakteristische hervorheben.

Weder in der Entwicklung der Grundformeln noch später bei der Behandlung praktischer Aufgaben ist den Linsendicken Rechnung getragen und daher fehlt auch die dem heutigen Optiker doch nachgerade ganz unentbehrliche Lehre von den Haupt- und Knotenpunkten der Linsen und Linsensysteme ganz und gar; nur auf S. 70 findet sich eine kurze naive Bemerkung über die Linsendicken. — Auf S. 104 wird das aus zwei einfachen Linsen construirte Ramsden-Ocular als „Aplanatisches Doppelocular" bezeichnet, während sämmtliche aplanatische Oculare aus Achromaten bestehen; die Formeln dafür sind einfach aus Prechtl copirt und entsprechen bekanntlich nicht dem Original-Ramsden-Ocular. — Auf S. 115 ist vom aplanatischen vierfachen Ocular die Rede, ebenfalls fälschlich so genannt, da es nur aus vier einfachen Linsen besteht. Diese Oculare müssen, wie jedem Fachmanne geläufig ist, für erheblich verschiedene Objectivbrennweiten nach den Originalformeln berechnet werden, was am Einfachsten nach den Biot'schen Formeln geschieht, nachdem man die in letzteren enthaltenen vielen Rechen- oder Druckfehler berichtigt hat. Verfasser nimmt hingegen ein sog. Musterocular und lässt dasselbe proportional verändern. Auf S. 120 u. 121 empfiehlt er sogar in diesem Musterocular die einzelnen Linsen durch Tatonnement nach und nach durch Achromate zu ersetzen! Er übersieht also, dass dadurch (wenn das Musterocular überhaupt richtig war), sowohl die Farbengleichung wie auch die Sinusbedingung bedeutend gestört werden und dass vielmehr in diesem Falle eine völlige Neuberechnung unumgänglich ist. — Auf S. 141 ist die Zeichnung einer Steinheil'schen Lupe derart unvollkommen, dass die beiden äusseren Flintlinsen wie Uhrgläser aus gekrümmten Parallelplatten bestehen. Formeln zur Herstellung dieser Construction sowie der orthoskopischen Oculare sind theils durch leere Rathschläge, theils durch nichtssagende Phrasen ersetzt, nach denen der praktische Optiker nicht arbeiten kann. — Auf S. 160 u. 161 finden sich die Nobert'schen Platten erwähnt, denen aber nur 10 Gruppen erlaubt werden; es sind dies die längst veralteten ersten Platten, die Nobert überhaupt hergestellt hat. — Ganz fehlerhaft ist die Figur auf S. 28, welche ein Nicol'sches Prisma darstellen soll. Die Schnittfläche geht darin längs der längeren Diagonale des Rhomboids! — Unter den Methoden zur Bestimmung der Brechungsindices hat Verf. gerade die allerschlechtesten ausgewählt.

In Betreff der Capitel über die Ausführung der praktischen Arbeiten will ich nur das eine Beispiel erwähnen, dass auf S. 193 einem in Lagern ruhenden Führungscylinder

auf der oberen Seite ein Ansatz gegeben wird, mit dem er aufliegt, in Folge dessen die ganze Maschine untauglich wird.

Diese Proben mögen genügen, den Werth des Buches für den praktischen Optiker zu veranschaulichen. *Dr. H. Schröder.*

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 8. November 1887. Vorsitzender: Herr Fuess.

Bereits im vorigen Hefte dieser Zeitschrift ist der in dieser Sitzung gefasste Beschluss, für eine corporative Betheiligung der deutschen Mechaniker und Optiker an der im nächsten Jahre stattfindenden internationalen Ausstellung einzutreten, mitgetheilt worden. Inzwischen hat die zur Ausführung dieses Beschlusses gewählte Commission ein Einladungsschreiben an die Fachgenossen ergehen lassen, und es ist zu hoffen, dass die Betheiligung eine recht rege sein wird.

Es erübrigt noch, über den weiteren Verlauf der Berathungen des Abends zu berichten. Herr Haensch giebt eine actenmässige Darstellung der üblen Erfahrungen, welche die deutschen Mechaniker und Optiker gelegentlich der Ausstellung von Melbourne im Jahre 1880 gemacht haben, und ist der Ansicht, dass sich eine Beschickung der nächstjährigen Ausstellung daselbst nicht empfehle. Die Versammlung stimmt diesen Ausführungen zu, jedoch macht Herr Commerzienrath Dörffel darauf aufmerksam, dass diejenigen Fachgenossen, welche gleichwohl in Melbourne ausstellen wollten, durch den „Verein der 1879er“ in Berlin unterstützt werden würden.

Die im nächsten Frühjahre bevorstehende Ausstellung Berliner Lehrlingsarbeiten giebt Herrn Commerzienrath Dörffel Veranlassung, die Gesellschaft zu einer regen Betheiligung aufzufordern.

Herr Dr. Rohrbeck regt den Gedanken an, dass die Mechaniker und Optiker auf den jährlichen Versammlungen deutscher Naturforscher und Aerzte eine besondere Section für Instrumentenkunde bilden möchten, in welcher neue Erscheinungen gezeigt und demonstrirt werden könnten. Die Versammlung stimmt dem Vorschlage im Princip zu und beauftragt den Vorstand, die geeigneten Schritte zur Verwirklichung desselben zu thun.

Zum Schluss der Sitzung zeigt Herr Grimm einen neuen Feilkloben mit Keilverschluss vor.

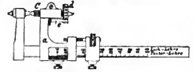
Sitzung vom 22. November 1887. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Dr. Mohner spricht unter Vorlegung zahlreicher Löth- und Schweissproben über das neue elektrische Löthverfahren von Bernados. Das nächste Heft der Zeitschrift wird den Inhalt des Vortrages ausführlich mittheilen. Der Schriftführer *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Combinirte Schub- und Schraubenlehre. Von Fa. Sautter & Messner in Aschaffenburg. No. 40298 vom 23. October 1886.



Die Schraube C erhält eine Gewindesteigung, welche der gewählten Maasseinheit gleich ist. Die an dem äusseren Ende der Schraube C aufgesteckte in 100 gleiche Theile getheilte Trommel d ermöglicht mit der am Schenkel a befestigten Scale e, die Bruchtheile der Maasseinheiten — $^1/_{100}$ bis $^1/_{300}$ mm derselben — genau angeben zu können. — Neu ist die Einrichtung jedenfalls nicht.

Rechenmaschine. Von E. Selling in Würzburg. No. 39634 vom 16. April 1886.

Bei dieser Rechenmaschine (vgl. das vorige Heft dieser Zeitschr. S. 403.) sind die verschieden grossen Wege, welche die auf einander folgenden Gelenke einer an einem Punkte *p* (Fig. 1) festgehaltenen Nürnberger Scheere bei der Bewegung der letzteren machen, benutzt, um Producte zu bilden, in der Art, dass die Scheere an einem bestimmten Punkt *z* in einem dem Multiplicator entsprechenden Maasse bewegt und hierbei die Bewegung desjenigen Gelenkes auf das Zifferwerk übertragen wird, welches das dem Multiplicanden entsprechende ist (das vierte oder fünfte, wenn der Multiplicand vier oder fünf ist). Wäre z. B. 2573 mit 5 zu multipliciren, so würden die in der Figur mit Ringen bezeichneten Gelenke mit den Einer-, Zehner u. s. w. Rädern des Zifferwerkes zu verbinden und *z* von 0 nach 5 zu bewegen sein; wäre diese Zahl zu einer im Zifferwerk eingestellten zu addiren oder zu subtrahiren, so müsste *z* von 0 nach 1 bezw. von 1 nach 0 gebracht werden. Die Bewegungen des Zifferwerkes sind stetige, auch die Zehnerübertragung ist eine solche. In der Patentschrift sind für die letztere verschiedene Mechanismen angegeben; Fig. 2 stellt einen derselben dar. Hier überträgt das Rad *F*, welches, wenn es durch die an *H* angebrachte Hohlverzahnung bewegt wird, auf dem mit dem Zifferrade *A* fest

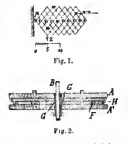


Fig. 1.
Fig. 2.

verbundenen Rade *G* rollt, und wenn durch das letztere bewegt, in jenem Hohlrad, zu gleicher Zeit sowohl die Bewegung von *H* (die directe Bewegung) als auch die von *A* (die der Zehnerübertragung entsprechende Bewegung) auf das nächstfolgende Zifferrad *A*¹. Die Räder *H* werden durch Zahnstangen angetrieben, die mit den den Multiplicatorziffern entsprechenden Gelenken der Scheere lösbar verbunden sind; die Räder *G* sitzen lose auf der Axe *B*. Zur Ablesung dient ein schwacher Draht, der in der Richtung der Axe der Räder *A* über die letzteren gespannt ist. Die Patentschrift enthält noch Einrichtungen zum Abdruck der Resultate, zur Registrirung der Multiplicatoren, Quotienten u. s. w., und zur Einstellung des Multiplicators.

Zählwerk. Von Fa. Gross & Co. in Eutritzsch bei Leipzig. No. 40216 vom 26. Novemb. 1886.

Die im Innern des Gehäuses befindlichen Zahnräder *c* (Fig. 2) wirken auf die mit eingepressten, aufgeschriebenen oder eingeätzten Zahlen versehenen Metallringe *a*, welche auf einem Gehäuse *b* drehbar sind. Die Uebertragung der Bewegung von einer Zahlstelle auf die andere erfolgt durch die Mitnehmer *f*. Dieselben gleiten über den nächstfolgenden Zahlenring so lange, bis sie den über die Peripherie hinausragenden Zahn des Zahnrades *c* treffen und nun das Rad *c* um ein Fünftel und den Zahlenring *a* um ein Zehntel drehen.

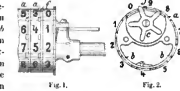


Fig. 1.
Fig. 2.

Metall-Thermometer. Von Fa. Richard Frères in Paris. No. 40150 vom 9. Octob. 1886.

Dieses Metallthermometer besteht aus einer Reihe nach Art der Vidin'schen Blason construirter Hohlkörper *M*, deren Inneres mit der atmosphärischen Luft in Verbindung steht. Dieselben sind in einem starken Metallbehälter *A* angeordnet und an dem oberen Deckel desselben befestigt. Sobald sich die Flüssigkeit ausdehnt, wird der letzte Hohlkörper *M* nach oben gedrückt, wodurch der mit dem Boden desselben fest verbundene Stift *B* nach und nach aus dem Cylinder hervortritt und in Berührung mit einer kleinen, an den Steg isolirt angebrachten Contactfeder *C* kommt, an welcher ein Draht einer elektrischen Batterie endigt, während der andere Draht an dem Steg angeordnet ist. Sobald der Contact stattfindet, ist der Strom geschlossen und es kann eine Alarmvorrichtung in Thätigkeit gesetzt werden.

Versieht man den Stift *B* mit zwei Querstäben, von welchen der eine über und der andere unter der Contactfeder sich befindet, so dient dieses Thermometer zur Anzeige des Maximums und Minimums einer Temperatur. Verbindet man den Stift *B* mit irgend einem Hebelsystem, das durch ein Zahnsegment ein einen Zeiger tragendes Getriebe dreht, so erhält man ein Thermometer, das zur beliebigen Temperaturanzeige benutzt werden kann.

Elektrische Anzeigevorrichtung für veränderliche physikalische Grössen. Von Fa. Siemens & Halske in Berlin. No. 40299 vom 3. November 1886.

Die Messung der betreffenden Grösse ist auf eine Widerstandsmessung zurückgeführt, indem durch entsprechende Hilfsvorrichtungen Widerstände in den Kreis eines durch eine Batterie oder sonstigen Erreger gelieferten constanten elektrischen Stromes ein- oder ausgeschaltet werden. (P. B. 1887, No. 39).

Rechenapparat. Von K. Pernstein und G. J. Althoimer in München. No. 40525 vom 14. Jan. 1887.

Eine Vorrichtung, um einfache Zahlenoperationen für Schulzwecke an einer Tafel sichtbar zu machen. (1887, No. 39.)

Nullstellung für Schalträderwerke mit Sperrhebel. Von Aoby & Landry in Madretsch bei Biel, Schweiz. No. 39826 vom 17. Aug. 1886. (1887, No. 39.)

Neuerung an Reflectometern. Von M. Wolz und C. Pulfrich in Bonn a. Rh. No. 40752 vom 27. October 1886.

Gegenstand des Patentes ist das auf S. 16, 55 und 392 des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift beschriebene Instrument. (1887, No. 42).

Theilvorrichtung für die Endecken an Maassstäben. Von E. Goedel in Leipzig. No. 40842 vom 22. Januar 1887.

Ein ganz rohes Werkzeug zur Herstellung gewöhnlicher Handelswaare. (1887, No. 43.)

Elektrischer Apparat zum Prüfen der Luft auf die Gegenwart von Grubengas und anderen verbrennlichen Gasen und Dämpfen. Von J. Wilson Swan in Lauriston Bromley, Grafschaft Kent, England. No. 40989 vom 14. März 1886. (1887, No. 43.)

Für die Werkstatt.

Leichte Versilberung. Neueste Erfahr. u. Erfind. 1887. S. 504.

40 Th. Chlorsilber, 40 Th. absoluter Alkohol, 40 Th. Ammoniak, 35 Th. Kochsalz, $^1/_8$ Th. krystallisirte Borsäure, 25 Th. bester Weinstein werden auf dem Reibstein gut verrieben und während des Reibens allmälig Alkohol und Ammoniak zu gleichen Theilen zugesetzt, um das Verdunstete zu ersetzen, bis die Masse gleichartig und dickflüssig geworden ist. Die Masse, welche in dunklen Flaschen aufbewahrt werden muss, wird mit einem Pinsel auf die gut gereinigten Metalltheile aufgetragen. Zum Trocknen werden dieselben auf eine Zinkplatte gelegt, wodurch eine ganz schwache elektrische Wirkung eintreten soll. Nach dem Trocknen werden die Gegenstände gewaschen und in Sägespähnen getrocknet. *P.*

Mattätzen von Glas. Neueste Erfahr. u. Erfind. 1887. S. 507 aus „Metallarbeiter".

Nach Untersuchungen von Reinitzer ist die Ansicht, dass mit concentrirter Flusssäure matte, mit verdünnter Flusssäure klare Aetzungen erzeugt werden, irrig. Die Mattirung beim Aetzen wird durch kleine Krystalle von Kieselfluornatrium u. s. w. hervorgerufen und ist um so feiner, je kleiner die Krystallchen sind, d. h. aus je concentrirterer Lösung sie ausfallen und je schwerer löslich sie in der Aetzflüssigkeit waren. Alle zum Mattätzen mit Vortheil verwendbaren Aetzflüssigkeiten sind Lösungen eines sauren Alkalifluorides in Flusssäure unter Zusatz eines indifferenten Salzes. Streng genommen ist für die geeignetste Zusammensetzung des Aetzbades die Kenntniss der Zusammensetzung des betr. Glases erforderlich, doch kommt man mit einer Annäherung aus. Als ein gutes und für fast alle Gläser wirksames Aetzbad wird eine Lösung von 17 Th. essigsaur. Natron und 9 Th. calcinirter Soda in 30 Th. Flusssäure (50 %) mit einem durch den Versuch zu bestimmenden Wasserzusatz angegeben. Eine schöne Mattirung erzeugt auch fein gepulverter Flussspath und Schwefelsäure, die mit der vierfachen Menge Wasser verdünnt ist, bei einer Temperatur von 30 bis 40 Grad.

Zur Entscheidung darüber, ob eine Fläche durch Aetzung oder auf mechanischem Wege (Sandblaseverfahren, Schliff) mattirt ist, führt eine mikroskopische Besichtigung. Im ersteren Falle zeigt die Fläche ein krystallinisches Ansehen, im letzteren wird sie durch zahllose kleine muschelige Brüche gebildet. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Namen- und Sach-Register.

